

Asta Arvola, Viivi Hynninen

Kompressiovaatteiden yhteys viivästyneeseen lihaskipuun

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

Hyvinvointi ja toimintakyky

Opinnäytetyö

26.4.2016

Tekijät Otsikko Sivumäärä Aika	Asta Arvola, Viivi Hynninen Kompressiovaatteiden yhteys viivästyneeseen lihaskipuun – Systemaattinen kirjallisuuskatsaus 42 sivua 26.4.2016
Tutkinto	Fysioterapeutti (AMK)
Koulutusohjelma	Fysioterapia
Ohjaajat	Fysioterapian lehtori Tuija Jokinen Fysioterapian lehtori Tarja-Riitta Mäkilä
<p>Kompressiovaatteiden käyttö on yleistynyt viime vuosien aikana niin huippu-urheilijoiden kuin kuntoilijoidenkin keskuudessa. Kompressiovaatteista etsitään keinoja parempaan suoritukseen ja nopeampaan palautumiseen. Suorituksen jälkeinen viivästynyt lihaskipu (DOMS) saattaa omalta osaltaan rajoittaa harjoittelua, varsinkin alkuvaiheessa, mikäli kyseessä on harjoitteluun tottumaton liikkuja.</p> <p>Tämä opinnäytetyö on systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tavoitteena oli selvittää, onko kompressiovaatteilla yhteyttä suorituksen jälkeiseen viivästyneeseen lihaskipuun. Tulosten pohjalta tavoitteena oli tulevana fysioterapeutteina pohtia myös sitä, voidaanko kompressiovaatteiden käyttöä suositella asiakkaille viivästyneen lihaskivun minimoimiseksi.</p> <p>Tämä systemaattinen kirjallisuuskatsaus perustuu terveille aikuisille tehtyihin kokeellisiin tutkimuksiin. Kirjallisuushaut tehtiin kolmeen tietokantaan, joita olivat PubMed, Cinahl ja Pedro. Määrittelyillä hakusanoilla löytyi 82 kompressiovaatteita tutkivaa artikkelia. Poissuljennan ja laadun arvioinnin jälkeen lopulliseen yhteenvetoon valikoitui lopulta 12 laatukriteerit täyttäneitä tutkimusta.</p> <p>Tutkimustulosten perusteella näyttäisi siltä, että kompressiovaatteet suorituksen jälkeen riittävän pitkään käytettynä voivat vähentää viivästynyttä lihaskipua. Viivästynyttä lihaskipua mittaavista tekijöistä erityisesti koettu lihasarkuus väheni kontrolliryhmään verrattuna ja suurin ero havaittiin 24 tuntia suorituksen jälkeen. Kompressiovaatteet saattavat vaikuttaa myös suorituksen jälkeiseen suorituskyvyn ja lihasvoiman palautumiseen positiivisesti. Pelkästään suorituksen aikana käytetyillä kompressiovaatteilla ei tämän työn tulosten perusteella ole yhteyttä suorituksen jälkeiseen viivästyneeseen lihaskipuun.</p> <p>Tulosten perusteella kompressiovaatteiden käyttöä voidaan suositella suorituksen jälkeen viivästyneen lihaskivun minimoimiseksi. Yksilölliset erot ja niiden edistävä tai ehkäisevä vaikutus tutkimuksissa ilmenneisiin, kompressiolla aikaansaatuihin, suotuisiin vaikutuksiin on kuitenkin syytä huomioida.</p>	
Avainsanat	kompressiovaatteet, palautuminen, DOMS, viivästynyt lihaskipu, koettu lihasarkuus

Authors Title Number of Pages Date	Asta Arvola, Viivi Hynninen The Effects of Compression Garments on Delayed Onset Muscle Soreness – A Systematic Review 42 pages Spring 2016
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Physiotherapy
Instructors	Tuija Jokinen, Senior Lecturer Tarja-Riitta Mäkilä, Senior Lecturer
<p>The use of compression garments has become more popular within the past few years among top athletes as well as people engaged in exercise. People try to seek better ways to improve performance and aid recovery with help of compression garments. Delayed onset muscle soreness (DOMS) may hinder training among people unaccustomed to it, especially at the beginning of the training.</p> <p>The aim of this systematic review was to find out whether compression garments have an effect on DOMS. As physiotherapists-to-be, the aim was also to, based on results, reflect whether compression garments would help our future customers in order to minimize DOMS.</p> <p>This systematic review was based on experimental trials examining the effects of compression garments on healthy subjects over 18 years of age. Literature research was performed using three electronic databases; PubMed, Cinahl and Pedro. With help of specific search terms, 82 articles were found. Final conclusion was made based on 12 articles, which met the inclusion criteria and passed the quality analysis.</p> <p>Based on the results it seems that compression garments, when worn long enough, may decrease delayed onset muscle soreness. Compared to control group, especially perceived muscle soreness was lower in compression garment group 24 hours post exercise. Compression garments may also have an impact on faster recovery of performance and muscle strength after exercise. When compression garment was worn only during exercise, no effects on DOMS were found.</p> <p>Based on these results, the use of compression garments can be recommended in order to minimize DOMS. However, attention must be paid to individual characteristics, which might promote or in some cases hinder the positive effects gained by using compression garment in recovery.</p>	
Keywords	compression garments, recovery, delayed onset muscle soreness, DOMS, perceived muscle soreness

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tavoite	2
3	Viivästynyt lihaskipu	3
3.1	Lihasvaurio ja sen syntymekanismit	4
3.2	Kuormituksen aikainen vs. viivästynyt lihaskipu	6
3.3	Lihasvaurion ja viivästyneen lihaskivun mittaaminen	7
3.4	Koettu lihasarkuus	9
4	Taustaa kompressiovaatteista	10
5	Kompression vaikutusmekanismit	12
5.1	Hemodynaamiset vaikutusmekanismit	12
5.2	Muut vaikutusmekanismit	15
6	Opinnäytetyön toteutus	17
6.1	Tutkimusstrategia	17
6.2	Tutkimuksen sisäänotto- ja poissulkukriteerit	18
6.3	Tutkimuksen hakuprosessi	19
6.4	Tutkimuksen laadun arviointi	21
7	Tulokset	23
7.1	Tutkimuksen laatu ja sisältö	23
7.2	Kompressiovaatteiden yhteys viivästyneeseen lihaskipuun	31
7.3	Yhteenveto fysioterapeutin näkökulmasta	34
8	Pohdinta	36
	Lähteet	39

1 Johdanto

Kompressiovaatteiden suosio ja tutkimukset niiden vaikuttavuudesta urheilusuoritusten eri vaiheissa ovat yleistyneet merkittävästi viime vuosien aikana. Myös palautumismekanismit ovat olleet viime aikoina keskustelun aiheena urheilijoiden etsiessä keinoja nopeampaan palautumiseen muun muassa kompressiovaatteista. Suorituksen jälkeinen viivästynyt lihaskipu saattaa omalta osaltaan rajoittaa harjoittelua, varsinkin alkuvaiheessa, mikäli kyseessä on tottumaton liikkuja.

Tämä työ on systemaattinen kirjallisuuskatsaus, jonka tavoitteena on tarkastella kompressiovaatteiden yhteyttä suorituksen jälkeiseen viivästyneeseen lihaskipuun ja tulosten pohjalta pohtia, voimmeko tulevana fysioterapeutteina suositella kompressiovaatteiden käyttöä asiakkaille viivästyneen lihaskivun minimoimiseksi. Pyrkimyksenä on, että työtä voivat halutessaan hyödyntää muutkin liikunta-alan ammattilaiset sekä kompressiovaatteiden vaikutuksista kiinnostuneet urheilijat ja aktiiviliikkujat.

Tarkat vaikutusmekanismit kompression taustalla ovat vielä osittain tuntemattomia, joskin lisää tutkimustietoa niiden yhteydestä suoritukseen ja siitä palautumiseen julkaistaan koko ajan. Aiempia kirjallisuuskatsauksia kompressiovaatteiden vaikutuksista suorituskäyttöön ja/tai palautumiseen on tehty MacRaen, Cotterin ja Laingin (2011) sekä Bornin, Sperlichin ja Hombergin (2013) toimesta. Kompression mahdollisia vaikutusmekanismeja on tässä työssä esitelty osittain myös näiden kirjallisuuskatsausten pohjalta.

Lisäksi työssä tuodaan esille mahdollisia mekanismeja viivästyneen lihaskivun taustalla. Koska viivästyntä lihaskipua voidaan mitata lukuisilla erilaisilla lihasvaurion merkkitekijöillä, on työssä pyritty avaamaan syntymekanismeja näistä yleisimpien tekijöiden taustalla. Näiden mittausten ohella myös subjektiivisen, koetun lihasarkuuden arviointi voidaan nähdä yhtenä viivästyneen lihaskivun mittaamisen keinoista. Eri lähteiden sekoittaessa usein keskenään käsitteet viivästynyt ja koettu lihaskipu tai lihasarkuus, päätettiin koettu lihasarkuus ottaa mukaan tutkimukseen omana hakukriteerinään. Kirjallisuuskatsaukseen valikoituneiden tutkimusten tuli sisältää molemmat näistä tekijöistä. Tässä työssä lihaskivusta käytetään myös termiä lihasarkuus.

2 Opinnäytetyön tavoite

Koska kompressiovaatteet ovat jo pitkään olleet käytössä lääkinnällisissä yhteyksissä, joissa tieteellistä näyttöä niiden toimivuudesta on saatu, haluttiin työssä selvittää kompressiovaatteiden vaikutuksia niitä käyttävillä terveillä aikuisilla. Kirjallisuuskatsauksessa haluttiin selvittää kompressiovaatteiden yhteyttä nimenomaan suorituksesta palautumisessa, lähtemättä rajaamaan aihetta liiaksi keskittymällä vain tiettyntyyppiseen suoritukseen tai kompressiovaatteeseen. Fysioterapeutin asiakaskunnan koostuessa erilaisia lajeja harrastavista henkilöistä, on mahdollisimman kattavan lajitietouden ja siihen liittyvän ammattiosaamisen ohella perusteltua selvittää myös erilaisten kompressiovaatteiden vaikutuksia intensiteetiltään erilaisista suorituksista palautumisessa. Koska tutkimuksia kompressiovaatteiden yhteydestä suorituksesta palautumiseen ei ole vielä tehty kovin laajalti, ei suoritusmuotoa haluttu lähteä rajaamaan tänäkään vuoksi tarkemmin koskemaan vain jotain tiettyä urheilumuotoa.

Palautumisen kannalta aiheena kiinnosti erityisesti harjoittelun aiheuttama viivästynyt lihaskipu. Suorituksen jälkeinen viivästynyt lihaskipu on tuttu ilmiö useimmalle liikkujalle tai liikuntaa aloittelevalle henkilölle. Liikuntaan tottumattoman henkilön kohdalla viivästyneen lihaskivun ilmentyminen saattaa joissain tapauksissa mahdollisesti myös rajoittaa henkilön harjoittelua, varsinkin sen alkuvaiheessa. Kirjallisuuskatsauksen tulosten pohjalta tavoitteena oli pohtia, voisivatko asiakkaat hyötyä kompressiovaatteista suorituksen jälkeisen viivästyneen lihaskivun minimoimiseksi.

Lopulliseksi tutkimuskysymykseksi muotoutui:

Minkälainen yhteys kompressiovaatteiden käytöllä on suorituksen jälkeiseen viivästyneeseen lihaskipuun terveillä aikuisilla?

3 Viivästynyt lihaskipu

Palautumisella tarkoitetaan prosessia, jolla keho pyrkii saavuttamaan tasapainon, homeostaasin, korjatessaan fyysisestä aktiivisuudesta johtuneita aineenvaihdunnallisia muutoksia. Palautuminen voidaan ajatella laajemmin myös lihasten ja jänteiden lepopi-tuuden, hengitys- ja verenkiertoelimistön sekä hormonierityksen muutosten palautumi-sena normaaliin tilaan. (Sandström – Ahonen 2013: 127.) Suorituksesta palautuminen sisältää siis lukuisia päällekkäisiä prosesseja, joista työssämme keskitymme viivästy-neen lihaskivun kannalta merkittäviin tekijöihin.

Delayed onset muscle soreness, DOMS, eli viivästynyt lihaskipu eroaa akuutista lihas-kivusta, eli lihaskivusta, joka ilmenee suorituksessa. Viivästynyt lihaskipu alkaa kehittyä noin 24–48 tuntia harjoittelun jälkeen ja on huipussaan 24–72 tuntia harjoituksen jäl-keen (Clarkson – Nosaka – Braun 1992: 513). Kipu hellittää yleensä 5–7 päivän jäl-keen, jolloin myös lihasarkuus on yleensä hävinnyt (Armstrong 1984: 529). Vaikka tar-kat mekanismit viivästyneen lihaskivun taustalla ovat vielä osittain epäselviä, sen tiede-tään kuitenkin liittyvän mm. pääasiassa eksentrisen lihastyön aiheuttamiin lihassyiden mikroaurioihin, turvotukseen, aineenvaihduntatuotteiden kertymiseen ja tulehdusreak-tioon. Kuviossa 1 on esitetty viivästyneen lihaskivun synty pääpiirteittäin. Lihasarkuu-den taso vaihtelee ja on riippuvainen eksentrisen lihastyön kuormittavuudesta. (Sayers – Hubal 2008: 40). DOMS on yleensä oireeton lihasten ollessa levossa, mutta välittö-mästi lihaksen aktivoituessa, lihasta venyttäessä tai palpoidessa kipu ja arkuus palaa-vat. Mikäli lihaksia aktivoidaan DOMS:n aikana, ensimmäisten kivuliaiden toistojen jäl-keen oireet vähitellen häviävät. Oireet kuitenkin tulevat takaisin yhtä voimakkaina aktii-visuuden loputtua 10–15 minuutin kuluessa. (Kauranen 2014: 311–312.)



Kuvio 1. Viivästyneen lihaskivun syntyminen.

Voimakas eksentrisen lihassupistus vaurioittaa lihasta, joka ei ole tottunut kyseiseen tehtävään (Koh 2008: 4–5). Lihaskudos pystyy kuitenkin adaptoitumaan DOMS:iin. Ensimmäisten kertojen jälkeen säännöllisesti toistettuna kipua aikaisemmin tuottanut harjoite ei aiheuta viivästynyttä lihasarkuutta, eli lihaskudos sopeutuu muuttuneeseen kuormitustasoon. Tätä kutsutaan termillä *repeated-bout effect* (RBE). Ensimmäisillä kerroilla tuotettu lihasvaurio ja kipu antavat kahdesta viikosta muutamaan kuukauteen kestäväen suojan kyseistä kuormitusta vastaan, jolloin sama harjoitus ei aiheuta yhtä suurta lihasvauriota lihassoluihin kuin ensimmäisillä kerroilla. Jos samaa harjoitusta ei toisteta riittävän usein, lihakselta häviää suoja ja se kipeytyy uudelleen harjoituksessa. Ilmiön fysiologiset syyt ovat vielä epäselvät, mutta todennäköisesti ilmiö on monen tekijän, kuten lisääntyneiden motoristen yksiköiden aktivoinnin, lisääntyneen lihasjäykkyyden ja lisääntyneiden supistuvien sarkomeerien määrän yhteisvaikutusten summa. (Kauranen 2014: 306.)

3.1 Lihaskvaurio ja sen syntymekanismit

Lihassolut voidaan jakaa karkeasti kolmeen luokkaan niiden voimantuottoominaisuuksien perusteella. Hitaissa lihassoluissa eli tyypin I -lihassoluissa on enemmän oksidatiivisia entsyymejä ja niiden aineenvaihdunta on pääosin aerobista. Oksidatiiviset entsyymit auttavat ylläpitämään maksimaalista hapenottokykyä pitkäkestoisessa suorituksessa ilman merkittävää laktaatin ja happamuuden kerääntymistä lihaksiin. (Wilmore – Costill 1999: 186–192.) Tyypin I -lihassoluilla on paljon mitokondrioita ja myoglobiinia sekä runsas hiussuoniverkosto, mikä saa aikaan niiden hyvät kestävyysominaisuudet. Nopeat lihassolut eli tyypin II -lihassolut saavat energiansa pääosin anaerobisesti. Ne tuottavat voimaa nopeasti ja tehokkaasti, mutta eivät kovin pitkäkestoisesti. Tyypin II -lihassolut voidaan jakaa vielä kahteen alaluokkaan IIa- ja IIb -tyypin lihassoluiksi. Tyypin IIa -lihassoluilla on kohtalainen kyky tuottaa energiaa aerobisesti, mikä antaa niille kestävyysominaisuuden, kun taas tyypin IIb -lihassolut kykenevät tuottamaan energiaa vain anaerobisesti glykolyysillä. (Kauranen 2014: 77–79.)

Eksentrisen lihastyön on tutkittu olevan pääasiallinen lihasvaurion aiheuttaja. Lihassupistuksessa muodostuvien aktiini- ja myosiini-siltojen rikkominen mekaanisella eksentrisellä kuormituksella johtaa lihasvaurioon. Normaalisti sillat palautuvat normaaliasentoon runsasenergistien fosfaattiyhdisteiden (ATP) avulla, mutta pitkäaikaisessa eksentrisessä kuormituksessa ATP:n loppuessa aktiini- ja myosiini-siltojen palautus ei ole enää mahdollista, jolloin sillat rikotaan mekaanisesti. (Patel – Cuizon – Mathieu-

Costello – Fridén – Lieber 1998: 1300.) Tyypin II lihassolut, ovat herkempiä eksentrisen lihassupistuksen aiheuttamalle vauriolle. Patel ym. (1998) esittävät, että tämä johtuisi nopeiden ja hitaiden lihassolujen aineenvaihdunnallisista eroista. Nopeiden lihassolujen alhainen happikapasiteetti saattaa altistaa ne lihasvauriolle. (Patel ym. 1998: 1300, 1306.)

Myös muut erot nopeiden ja hitaiden lihassolujen välillä voivat vaikuttaa lihasvaurioherkkyyteen. Hitaat lihassolut sisältävät enemmän proteiineja, jotka muodostavat solun sisäisen tukirangan. Tukirangan tehtävänä on tukea sarkomeerejä ja solukalvoa, mikä tekee rakenteesta yhtenäisen ja voi osaltaan suojata niitä lihasvaurioilta toistuvan mekaanisen kuormituksen alla. Eksentrisellä lihastyöllä näyttää olevan yhteys solukalvon rakenteen haurastumiseen. Hitaat lihassolut sisältävät myös enemmän niin kutsuttuja stressiproteiineja, jotka suojaavat useita solutyppejä erilaisissa stressitilanteissa, kuten lihassupistuksessa. Nämä proteiinit saattavat suojata hitaita lihassoluja lihasvaurioilta. (Koh 2008: 4–5, 7–8.)

Eksentrisen lihastyö aiheuttaa vaurioita lihassolujen sarkomeereihin (Koh 2008: 6–7). Morgan (1990) esittää, että sarkomeerien vaurio johtuisi vierekkäisten sarkomeerien epätasaisesti jakaantuneesta voimasta, jolloin lihassäikeessä on vierekkäin voimakkaita ja heikkoja sarkomeerejä. Kun sarkomeerit ovat eksentrisessä lihassupistuksessa venyneessä asennossa tuottaen voimaa, tekee heikompien sarkomeerien venyttäminen vahvempien mukana ne yhä heikommaksi ja käytännössä vahvat sarkomeerit vetävät heikommat sarkomeerit irti. Tämä aiheuttaa sarkomeerirakenteen rikkoutumista ja ylivenyneitä sarkomeerejä. (Morgan 1990: 220.)

Mekaanisesta kuormituksesta johtuva solukalvon hajoaminen aiheuttaa muutoksia lihassolun kemiallisessa tasapainotilassa. Eksentrisen lihastyö vaurioittaa lihassolun soluseinää ja solulimakalvostoa, jolloin kalsiumioneja pääsee vapautumaan sarkomeerien sisään suuria määriä. Kuormituksen jälkeinen lihasvaurio laskee myös lihaksen glykogeeni- ja glukoosikonsentraatioita, joiden vajeus saattaa kestää useita vuorokausia. Tästä voidaan päätellä, että lihaskudosvaurio vaurioittaa myös glukoosin kuljetusjärjestelmää verenkierrosta lihassoluun. (Kauranen 2014: 304.)

Eksentrisen lihastyön jälkeisen voimantuoton välittömän alentumisen on tutkittu aiheutuvan aktiopotentiaalin, eli sähköisen impulssin johtumisen heikkenemisestä. Näitä impulsseja kulkee sekä hermosolujen välillä, että lihassolussa. Vielä ei ole saatu selvil-

le, mihin kohtaan aktiopotentiaalin johtumisen tapahtumaketjua vaurio paikannetaan, mutta sen on todettu vähentävän kalsiumin vapautumista lihassoluista, mikä vähentää lihasvoimaa. Myös solun kalsiumtasapainon häiriintyminen vaikeuttaa aktiopotentiaalin johtumista. (Koh 2008: 10.)

Tulehdus syntyy lihaskudosvaurioalueelle edistään vaurion paranemista. Hiussuonet laajenevat ja niiden läpäisevyys kasvaa, jolloin alueelle kerääntyy nestettä, kudoshormoneja ja proteiineja. Kudoshormoneista alueelle kerääntyy sytokiineja, joiden tehtävänä on auttaa valkosoluja kommunikoimaan keskenään. Lihasvaurioalueen läheisyydessä on havaittu sytokiineja interleukiini-1 (IL-1) ja interleukiini-6 (IL-6). Tulehdusalueelle virtaa myös proteiineja, jotka aktivoivat välittäjäaineita. Muutaman tunnin päästä tulehdusalueelle kertyy valkosoluja, punasoluja ja makrofageja eli syöjäsoluja, jotka hävittävät ja poistavat vaurioitunutta kudosta. (Kauranen 2014: 304.)

3.2 Kuormituksen aikainen vs. viivästynyt lihaskipu

Lihassolun vauriomekanismit, kuten sarkomeerien ylivenytys, lihassolukalvon rikkoutuminen ja kalsiumhomeostasian häiriintyminen, aiheuttavat kipua lihasvaurion alueelle. Lihaskipua voi esiintyä kuormituksen aikana tai sen jälkeen. Kuormituksen aikaisen lihaskivun taustalla ajatellaan olevan lihassolujen aineenvaihduntatuotteiden konsentraation kasvu lihaksessa ja niiden kertyminen lihakseen. Kun lihasta supistetaan, jännitys aiheuttaa hetkellisen verenkierronhäiriön lihaksessa, jolloin aineenvaihduntatuotteita ei pääse poistumaan lihassolusta. Kipua kutsutaan iskeemiseksi lihaskivuksi. Aineenvaihduntatuotteiden konsentraatioiden kasvu ärsyttää kipureseptoreita ja synnyttää aistimuksen kivusta. (Kauranen 2014: 308–309.)

Pitkään ajateltiin anaerobisen aineenvaihdunnan seurauksena syntyvien vetyionien ja maitohapon, eli laktaatin, olevan syy reseptoreiden ärsytykseen, mutta myöhemmin on pystytty todistamaan, että kipureseptorit ärsyyntyvät myös, vaikka lihakset eivät pystyisi tuottamaan laktaattia tai vetyioneja. Myös ajallisesti suurin laktaattipitoisuus mitataan lihaksesta n. 5–10 minuuttia harjoituksen jälkeen, jolloin kuormituksen aiheuttama kipu on jo hävinnyt lihaksista. Suorituksen aikainen lihaskipu johtuu todennäköisemmin lihassolukalvojen läpi tapahtuvista ionivirroista ja kalium- sekä natriumionikonsentraatioiden muutoksista, aiheuttaen kipureseptoreiden aktivoitumisen. (Kauranen 2014: 308–309.)

Suorituksen aikainen iskeeminen lihaskipu voi syntyä myös lihaksen ympäröivistä rakenteista. Kuormitus aiheuttaa lihaskalvon sisällä paineen nousun, mikä aiheuttaa lihaksen iskeemisen tilan. Tilaa kutsutaan lihasaitiosyndroomaksi. Paineen nousu aiheutuu mm. lisääntyneestä verenvirtauksesta lihaksessa, lihassolujen hypertrofiasta eli kasvusta ja lisääntyneestä verimäärästä lihaksessa. Paineen nousu lihaskalvon sisällä hidastaa aineenvaihduntaa ja palautumista. Kuormituksen aikaisen kivun aiheuttaja voi olla myös kouristuksentapainen lihaskramppi. Lihaskramppi on tahdosta riippumaton tetaaninen lihassupistus, joka aiheuttaa kovan kiputunteituksen välittömästi supistuksen alkaessa. Sen aiheuttaa alfa-motoneuronin spontaani toiminta, joka todennäköisesti johtuu ionikonsentraatioiden muutoksesta. (Kauranen 2014: 310–311.)

Viivästyneen lihaskivun kipuaistimuksen ajatellaan aiheutuvan enimmäkseen tyypin III ja IV afferenteista hermosoluista. Tyypin III neuronit ovat tyypillisesti kipua aistivia mekaanisia nosiseptoreita kun taas tyypin IV neuronit reagoivat useisiin ärsykkeisiin kuten mekaanisiin ärsykkeisiin, lämpömuutoksiin ja kemiallisen tasapainon muutoksiin. Viivästyneen lihaskivun tuntemusten takana ajatellaan olevan kaksi eri solutason tapahtumaa. Ensimmäinen tapahtuma on turvotus ja sitä seuraava paineen nousu lihaksessa, joka aktivoi kipureseptoreita. Toinen on kemialliset muutokset lihassolussa, kuten histamiinin, serotoniinin ja bradykiniinin nousu, jotka ovat seurausta tulehdustilan syntymisestä. Nämä muutokset aktivoivat tyypin IV reseptoreita, jotka ovat herkkiä kemiallisen tasapainon muutoksille. (Sayers – Hubal 2008: 47–48; Kauranen 2014: 313.)

3.3 Lihasvaurion ja viivästyneen lihaskivun mittaaminen

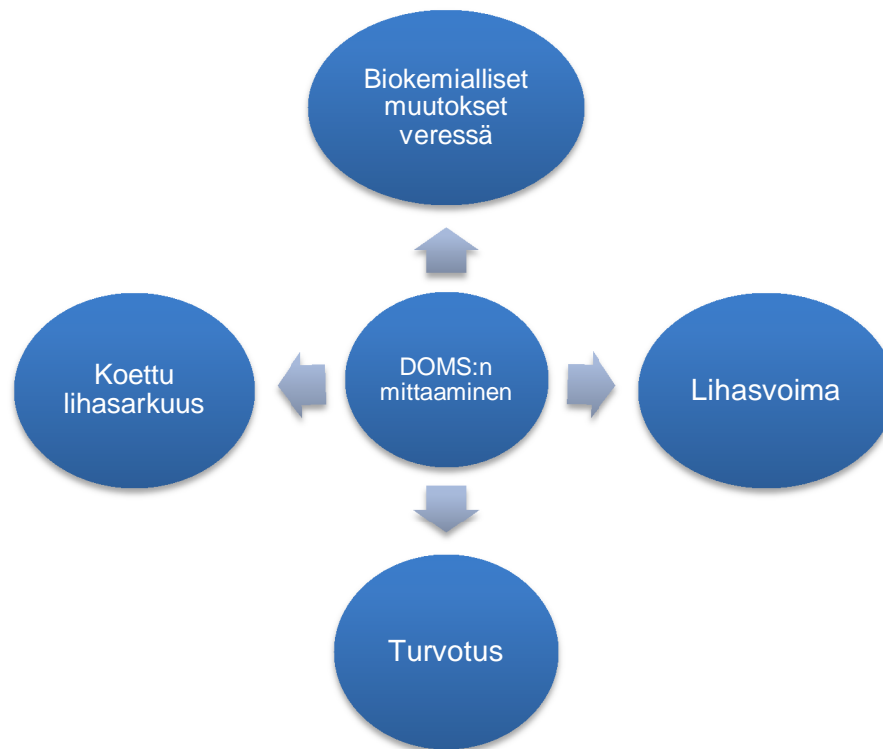
Viivästynyttä lihaskipua voidaan mitata useilla menetelmillä (Kuvio 2.). Viivästyneeseen lihaskipuun johtavaa lihasvauriota voidaan mitata havainnoimalla biokemiallisia muutoksia, kuten vaihteluita proteiini- ja entsyymipitoisuuksissa, tulehdusmarkkereiden ilmaantumista veressä, virtsassa ja kudoksissa sekä solun kalsiumtasapainon muutoksia. Lihasten vaurioituessa lihassoluista pääsee siirtymään vereen proteiineja ja entsyymejä, joiden konsentraatiot veressä ovat verrannollisia kudoksen vaurion suuruuteen ja laajuuteen. Lihaskudoksen ja -solun vaurioita voidaan arvioida erilaisilla merkkiaineilla, joita lihakset erittävät verenkiertoon vaurioituessaan. Merkkiaineina voivat toimia esimerkiksi kreatiinikinaasi, myoglobiini, laktaattidehydrogenaasi, karboanhydraasi III, troponiini-I tai myosiinin raskasketju (MHC). Kreatiinikinaasi (CK) on yleisin ja eniten tutkimuksissa käytetty merkkiaine. Se on lihassolun oma yleinen proteiini, jonka tehtävänä on pitää solujen ATP-pitoisuudet riittävän korkeina. Sitä vapautuu vereen vau-

riossa soluvälinesteen ja imusuoniston kautta. Kreatiiniikinaasipitoisuudet ovat suurimmat 2–6 vuorokautta lihasvaurion jälkeen. (Kauranen 2014: 303.) Solukalvon vaurioituminen antaa myös solun ulkopuolisille molekyyleille mahdollisuuden päästä solun sisälle. Näistä esimerkiksi albumiinia ei tavata yleensä solun sisällä, mutta eksentrisen lihastyön jälkeen on mitattu albumiinipitoisuuksia solun sisältä lihassoluvaurion toteamiseksi. (Koh 2008: 6–7.)

Lihasvaurion aiheuttamaa lihaskipua voidaan mitata myös erilaisilla kipujanoilla ja kyselylomakkeilla. Visual Analog Scale, eli VAS-kipujana on yksi näistä kipuaistimustamittaavista menetelmistä, jossa tutkittava merkitsee janalle subjektiivisen kokemuksen kivustaan. Juuri tämän subjektiivisen kokemuksen myötä yksilöiden välisiä eroja on haastavaa arvioida VAS-kipujanalla. Arviointimenetelmä sopiikin parhaiten yksilön koetun lihasarkuuden muutoksen arviointiin. (Koh 2008: 4; Kauranen 2014: 304–306.)

Koska lihaskudosvaurio aiheuttaa kudokseen turvotusta, voidaan lihasvaurion laajuutta arvioida myös mittaamalla turvotusta lihaksen ympärysmitan avulla sekä ultraäänen tai magneettikuvien kautta. Eksentrisen lihastyön aiheuttama lihasturvotuksen kesto on noin kymmenen vuorokautta ja nestekertymän paikka vaihtelee palautumisen eri vaiheissa edeten lihaskalvon sisäpuolelta ympäröiviin kudoksiin. (Koh 2008: 4; Kauranen 2014: 304–306.)

Lihaskudosvauriota arvioidaan monissa tutkimuksissa myös maksimaalisen lihasvoiman mittaamisen kautta. Raskaan kuormituksen jälkeen voidaan havaita maksimaalisessa lihasvoimassa 10–20 % lasku. Jos kuormitus on ollut pääasiassa konsentrista ja isometristä lihastyötä, lihasvoiman lasku aiheutuu lihasten metabolisesta väsymisestä ja lihaksen energiavarastojen vähentymisestä. Tässä tapauksessa lihasvoima palautuu ennalleen muutaman tunnin sisällä kuormituksesta. Eksentrisen lihastyön aiheuttama lihasvoiman alentuminen johtuu todennäköisesti sarkomeeri-rakenteen vaurioitumisesta ja sähköisen impulssin johtumisen heikkenemisestä, saattaen kestää jopa useita vuorokausia. (Kauranen 2014: 304–306.)



Kuvio 2. Viivästyneen lihaskivun mittausmenetelmiä

3.4 Koettu lihasarkuus

Koettu lihasarkuus, eli perceived muscle soreness (PMS) on subjektiivinen tapa arvioida yksilön kokemaa lihaskipua. Sitä arvioidaan esimerkiksi VAS-kipujanalla. Koettua lihasarkuutta voidaan käyttää mittarina arvioitaessa subjektiivisesti viivästyneen lihaskivun eri vaiheita. DOMS on yksi suurimmista tekijöistä, jotka vaikuttavat koettuun lihasarkuuteen. Koettu lihasarkuus on parempi tapa arvioida viivästynyttä lihaskipua kuin esimerkiksi koettu uupumus (RPE), koska palautumisen aikana lihasarkuus vaihtelee, kun taas uupumus saattaa pysyä samana. Burnett, Burns ja Smith (2010) vertailivat tutkimuksessaan, korreloiko juoksun aikana mitattu koettu uupumus koettuun lihasarkuuteen naisjuoksijoilla. Tutkimuksessa huomattiin, että tutkittavat eivät raportoineet uupumuksen muutosta, mutta kokivat juoksun jälkeen selvää lihasarkuuden nousua. Koettu lihasarkuus on yhteydessä lihasvaurioon ja sen takia esimerkiksi palautumista on helppo arvioida koetun lihasarkuuden avulla. (Burnett ym. 2010: 108–110.)

4 Taustaa kompressiovaatteista

Kompressiovaatteen vaikutukset perustuvat sen aikaansaaman ulkoisen paineen vaikutuksiin kudoksessa. Raajan distaaliosista proksimaalisesti asteittain vähentyvän paineen on todettu lisäävän veren virtausta sydäntä kohti (Perrey 2009: 324). Paineella tarkoitetaan voiman jakautumista tietylle pinta-alalle. Mitä suurempi kohtisuora voima, ja pienempi pinta-ala, sitä suurempi paine pinta-alaan kohdistuu. (Kauranen – Nurkka 2010: 233.) Kompressiovaatteissa paine ilmoitetaan elohopeamillimetreinä (mmHg), jonka yksikköä käytetään yleisesti verenpaineen ja muiden kehon nesteiden mittaamisessa (Valtioneuvoston asetus mittayksiköistä 1015/2014 § 9). Kompressiovaatteen aikaansaama paine voidaan laskea matemaattisesti Laplacen lakiin $P \propto T/R$ perustuen, jonka mukaan kankaan aiheuttama paine määräytyy käytetyn materiaalin kireyden, kerrosmäärän ja raajan kaarevuuden mukaan. Laplacen lain mukaan paine (P) on suoraan verrannollinen (α) materiaalin kireyteen (T), mutta käänteisesti verrannollinen raajan kaaren säteeseen (R). (Clark 2005; Perrey 2009: 325.) Säteen kasvaessa paine siis pienenee, jolloin materiaalin tulisi olla kireämpää, jotta haluttu paine kudoksessa saataisiin ylläpidettyä.

Laplacen lakiin perustuva laskennallinen paine ei usein kuitenkaan toteudu kudoksessa sellaisenaan. Todellisen paineen muodostumiseen vaikuttavat lisäksi useat muut tekijät kuten käytettävän materiaalin venyvyys, elastisuus ja istuvuus, raajan asento ja liike sekä kudoksen koostumus ja kunto. Myös yksilölliset rakenteelliset erot, kuten raajan ympärysmitat ja muoto vaikuttavat siihen, ettei vaatteen ilmoitettu laskennallinen paine välttämättä toteudu saman suuruisena kaikilla sitä käyttävillä, tai eri kohdissa kompressiovaatteen peittämää aluetta. Käytössä materiaali menettää aikanaan myös osan elastisuudestaan vaikuttaen näin alentavasti sen aikaansaamaan paineeseen. Yleisin kompressiovaatteissa käytetty materiaali on elastaani, eli kauppanimeltään Lycra tai Spandex. (Clark 2005; Perrey 2009: 319, 326; Troynikov ym. 2010: 2823–2824.)

Nykyään markkinoilta löytyy laaja kirjo erilaisia kompressiovaatteita useilta eri valmistajilta. Saatavilla on kompressiovaatteita aina sukista ja hihoista kokovartalokompressiopukuihin saakka. Kompressiovaatteiden aikaansaaman paineen mittaamiseen ja luokitteluun ei tällä hetkellä ole olemassa yhtenäistä menetelmää, vaan kukin valmistaja saa käyttää omaa menetelmäänsä. Usein käytettyä menetelmää ei myöskään ole ilmoitettu valmistajien toimesta. (Clark 2005; Perrey 2009: 325.) Lääketieteellisiä tutkimuksia alaraajojen optimaalisen kompressiopaineen määrittämiseksi on tehty, mutta

tutkimuksissa käytetyistä samankaltaisista mittaustavoista huolimatta tutkimustulokset eivät ole täysin sovellettavissa dynaamiseen harjoitteluun. Tämä johtuu paitsi mittauksen suorittamisesta paikallaan olevasta raajasta, myös lukuisista muista todellisen paineen muodostumiseen vaikuttavista tekijöistä. Myöskään tietylle suoritukseen tai siitä palautumiseen vaikuttavalle tekijälle suotuisa paine ei välttämättä ole optimaalisin paine jollekin toiselle tekijälle, jolloin tietyllä paineella ei välttämättä saada aikaan haluttuja vaikutuksia muihin mitattaviin kohteisiin. Joissain tapauksissa paine saattaa olla myös haitallinen tiettyä tekijää kohtaan, esimerkiksi liiallisen paineen vaikutukset verenkiertoa estävästi. (MacRae – Cotter – Laing 2011: 818, 830.)

5 Kompression vaikutusmekanismit

Kompressiovaatteita on tutkittu ja käytetty pitkään erityisesti lääkinällisissä yhteyksissä, muun muassa laskimo- ja lymfaperäisten vaivojen, kuten verihyytymien, suonikohjujen ja lymfedeman ennaltaehkäisyssä tai hoidossa (Partsch 2005; Perrey 2009: 320). Kompressiohoidon on todettu olevan kaikkein merkittävin tekijä laskimoperäisten säärihaavojen ja lymfaperäisen turvotuksen konservatiivisessa hoidossa (Partsch 2005). Kompressiovaatteita hyödynnetään myös esimerkiksi estämään arpien liikkasua palovammojen hoidossa ja ehkäisemään verisuonitukoksia erilaisten leikkausten jälkitiloissa (Atiyeh – El Khatib – Dibo 2013: 206; Perrey 2009: 319). Viime vuosina kompression hyötyjä on alettu tutkia enemmän myös urheilijoilla ja kompressiovaatteiden käyttö urheilussa on yleistynyt (Fu – Liu – Fang 2013: 2; Perrey 2009: 319). Tästä huolimatta vaikutusmekanismit niiden taustalla ovat vielä osittain epäselviä. Tieteellinen näyttö kompressiovaatteiden vaikutuksista urheilijoiden suorituskyvyn parantumiseen on vähäistä ja vain tietyn tyyppiseen suoritukseen liittyvää. (MacRae ym. 2011: 815–816.) Vaikuttaisikin siltä, että kompression hyödyt ovat korostuneempia suorituksesta palautumisessa (Born – Sperlich – Holmberg 2013: 16).

Vaikka osa kompression täsmällisistä vaikutusmekanismeista on epäselviä, on kompression aikaansaaman ulkoisen paineen kuitenkin todettu saavan aikaan laskimo- ja valtimoverenkiertoon sekä lymfanestekiertoon kohdistuvia fysiologisia ja biokemiallisia vaikutuksia (Partsch 2005). Vaikka nämä, usein levossa makuuasennossa mitatut tulokset eivät ole suoraan verrattavissa rasittavaan pystyasennossa tai dynaamisessa liikkeessä tapahtuvaan sydän- ja verenkiertoelimistön toimintaan jo pelkästään laskimopaineen ollessa tällöin makuuasentoa korkeampi, saattavat tulokset kompression vaikutuksista olla kuitenkin relevantteja tutkittaessa kompression hyötyjä suorituksen jälkeisessä palautumisessa tutkittavien ollessa levossa (MacRae ym. 2011: 828). Kompression hemodynaamisia, veren virtaukseen liittyviä, vaikutusmekanismeja on esitetty tarkemmin seuraavassa alaluvussa.

5.1 Hemodynaamiset vaikutusmekanismit

Sydämen pumppaava liike ja sen aikaansaama paine takaavat veren virtauksen elimistössä (Couturier – Duffield 2013: 135). Mitä voimakkaammin sydän pumppaa, sitä voimakkaammin paine-erot ja verenvirtaus suurenevät. Veren virtausvastukseen suones-

sa vaikuttavat suonien pituus, sisäläpimitta ja veren viskositeetti. Tärkein tekijä veren virtausvastuksessa on verisuonen läpimitta. Pienessä verisuonessa suuri osa verestä virtaa lähellä verisuonen seinämää, jolloin kitka on suuri ja se jarruttaa verenvirtausta voimakkaasti. Suuremmassa verisuonessa vastus on pienempi ja verenvirtaus suurempi, koska pienempi osa verestä virtaa lähellä suonien seinämää. (Sand – Sjaastad – Haug – Bjälle 2012: 286–287.)

Laskimoverenkierto. Laskimoverenkierron tehtävänä on palauttaa hiilidioksidipitoinen veri takaisin sydämeen. Laskimopaineella tarkoitetaan painetta, jolla veri kuljetetaan takaisin sydämeen. Mitä korkeampi laskimopaine on, sitä nopeampaa on veren paluu. Suurissa laskimoissa veren vastus on pieni, jolloin jo alhainenkin, noin 10 mmHg laskimopaine riittää palauttamaan veren takaisin sydämeen. Laskimoissa olevien laskimoläppien ansiosta veri virtaa sydämen suuntaan estäen veren virtauksen takaisin päin. Kun laskimoita ympäröivät lihakset supistuvat, muodostavat ne lihaspumpun, joka lisää laskimopaluuta nostamalla laskimopainetta. (Sand ym. 2012: 296.)

Yksi mekanismi kompression laskimoverenkierrolle suotuisten vaikutusten taustalla on ehdotettu olevan verisuonten poikkileikkauspinta-alan pieneneminen. Kompressiovaatteen kudokselle aiheuttaman ulkoisen paineen myötä pinnallisten verisuonten läpimitta kapenee alentaen pintasuonten verenvirtausta. Tämä puolestaan nopeuttaa syvää laskimoverenkiertoa ja vähentää veren pakkaantumista laskimoihin. (Born ym. 2013: 14; MacRae ym. 2011: 828–829.)

Kompressiolla on todettu olevan edullisia vaikutuksia myös lihaspumpun toimintaan. Tehostunut lihaspumpun ja laskimoläppien toiminta parantavat veren virtausta kohti sydäntä. (Born ym. 2013: 14; Perrey 2009: 319–320.) MacRaen ym. (2011) kirjallisuuskatsauksen mukaan näitä ominaisuuksia on tutkittu ensisijaisesti henkilöillä, joilla on todettu krooninen laskimoiden vajaatoiminta ja he toteavatkin lisätutkimusta tarvittavan kompressiovaatteiden vaikutuksiin liikkeessä ja lihaspumpun toimintaan terveillä koehenkilöillä (MacRae ym. 2011: 829).

Alin, Cainen ja Snown (2007) tutkimuksessa tehostuneen laskimovirtauksen on ehdotettu johtavan kohonneeseen sydämen loppudistoliseen täyttymiseen sekä kasvattavan sydämen iskutilavuutta (Bornin ym. 2013: 13 mukaan). Myös Partsch (2005) esittää, että säären riittävällä kompressiolla voidaan pienentää päälaskimoiden läpimittaa, jolloin paikallinen verivolyymi vähenee veren virtauksen parantuessa kohti sydäntä,

lisäten sydämen työmäärää ja vaikuttaen näin sydämen minuuttitilavuuteen (Partsch 2005). MacRaen ym. (2011) kirjallisuuskatsauksen mukaan tutkimusnäyttö kompressi-
on suorista vaikutuksista laskimopaluuseen, sydämen minuuttitilavuuteen tai iskutila-
vuuteen on kuitenkin niukkaa, eikä sitä ole tutkittu tarpeeksi suorituksen aikana (Mac-
Rae ym. 2011: 829).

Valtimoverenkierto. Bornin ym. (2013) kirjallisuuskatsauksen mukaan kompressiovaat-
teilla on suotuisia vaikutuksia valtimoverenkiertoa ja mikroverenkiertoa lisäävästi ja tätä
myöten yhteys myös kudoksen parempaan hapettumiseen (Born ym. 2013: 13–14).
Myös MacRaen ym. (2011) kirjallisuuskatsauksessa valtimoiden läpivirtauksen todettiin
tehostuneen kompression ansiosta. Verenvirtauksen lisääntymisen nähtiin johtuvan
pääasiassa pikkuvaltimoiden lihasperäisestä vasteesta. Lihasperäisen vasteen pääteh-
tävän on ajateltu olevan veren virtauksen ja hiussuonten hydrostaattisen paineen it-
sesäätely. Mekanismi lihasperäisen vasteen yhteydestä kompressiovaatteen aiheutta-
maan läpivirtauksen lisääntymiseen on ehdotettu olevan seuraava: Kompressiovaattei-
den kudokseen aikaansaama paine laskee verisuonen seinämän läpi kulkevaa painetta
paikallisissa pikkuvaltimoissa saaden aikaan suonten refleksinomaisen rentoutumisen
ja laajenemisen, lisäten veren virtausta. MacRae ym. toteavat kuitenkin kirjallisuuskat-
sauksessaan päätelmien kompression vaikutuksista läpivirtaukseen ja kudosten hapet-
tumiseen sekä lisääntyneeseen läpivirtaukseen liittyvistä muista potentiaalisista vaiku-
tuksista suorituksesta palautumisessa olevan vielä epäselviä. (MacRae ym. 2011:
830.) Bornin ym. (2013) kirjallisuuskatsauksen mukaan kompressiovaatteiden laskimo-
ja valtimoverenkierrolle suotuisilla vaikutuksilla on yhteys myös aineenvaihduntatuot-
teiden tehostuneempaan poistumiseen sekä ravintoaineiden parempaan kulkeutumi-
seen (Born ym. 2013: 13).

Lymfanestekierto. Kompressiota on hyödynnetty pitkään alaraajojen turvotuksen sekä
erilaisten laskimo- ja lymfaperäisten vaivojen hoidossa. Turvotuksella tarkoitetaan nes-
teen kertymistä verisuonten ulkopuoliseen kudokseen. (Partsch 2005.) Lymfajärjestel-
män, eli imusuoniston tehtävänä on kerätä kaikki hiussuonten seinämän läpi kudok-
seen tihkunut neste ja viedä se takaisin verenkiertoon. Nesteen suodattumiseen hius-
suonten läpi vaikuttaa kaksi tekijää; plasman ja kudoksen nesteen osmoottinen ja hydro-
staattinen paine-ero. Plasman proteiinipitoisuuden ollessa kudoksen nesteen proteiinipitoi-
suutta suurempi, se saa aikaan osmoottisen paine-eron, jonka johdosta kudoksen nestettä
pyrkii suodattamaan hiussuoniin. Plasman ja kudoksen nesteen välisen hydrostaattisen, eli
vedessä tai vesiliuoksessa vallitsevan nestepaineen, paine-eron vaikutus taas on päin-

vastainen. Se pyrkii puristamaan plasmata kudostilastaan. (Sand ym. 2012: 26, 295, 307.)

Partsch (2005) esittää, että hiussuonen seinämien molemmilla puolilla vallitseva onkoottinen, eli osmoottinen painegradientti saa aikaan nesteen kulkeutumisen seinämän läpi, kunnes pitoisuus on sama seinämän molemmilla puolilla. Hiussuonen seinämän läpäisevyys sekä kudoksen ja veren välinen onkoottinen ja hydrostaattinen painegradientti vaikuttavat muodostuvan lymfanesteen määrään. Hydrostaattinen paine-ero saa aikaan filtraatiota, eli plasman suodattumista kudostilaan, kun taas onkoottinen paine-ero puolestaan vaikuttaa reabsorptioon, eli kudostilasta nesteen puristamiseen takaisin verisuoniin. Ulkoisella kompressiolla voidaan ehkäistä filtraatiota ja lisätä reabsorptiota lisäämällä paikallista kudoksen painetta, jonka ansiosta neste puristuu kudoksista laskimoihin ja imusuoniin, vähentäen näin turvotusta. Partsch myös toteaa kompression turvotusta vähentävän vaikutuksen selittyvän ennemminkin kudoksen imunesteen määrän vähenemisellä, kuin sen tehostuneella kuljetuksella. (Partsch 2005.)

5.2 Muut vaikutusmekanismit

MacRae ym. (2011) kirjallisuuskatsauksen mukaan kompressiovaatteilla on todettu olevan vain vähän ergogeenisia, suoritusta parantavia, vaikutuksia suorituksen aikana. Heidän mukaansa muutamat tutkimukset ovat osoittaneet kompression käytöstä olleen apua hyppysuorituksessa, mutta muun kaltaisissa harjoitusmuodoissa sen suoritusta parantavaa vaikutusta ei juurikaan ole havaittu. Joitain merkkejä kompressiovaatteiden vaikutuksista esimerkiksi lihasten oskillaation eli värähtelyn vähentymiseen, nivel-tietouden lisääntymiseen, nesteen läpivirtauksen lisääntymiseen ja muuttuneeseen hapenkulutukseen sub-maksimaalisella intensiteetillä harjoitellessa on, mutta löydökset ovat kirjallisuuskatsauksen mukaan suhteellisen satunnaisia. Lisäksi kompressiovaatteiden on todettu myös nostavan ihon lämpötilaa vaatteiden peittämällä alueella. He myös nostavat esiin kompressiovaatteen mahdollisesti aiheuttaman psykologisen hyödyn suoritusta parantavasti, vaikkei käytön taustalta välttämättä fysiologista selitystä löytyisikään. (MacRae ym. 2011: 815–819.)

Myös Bornin ym. (2013) kirjallisuuskatsauksen mukaan kompressiovaatteilla on vain vähän vaikutusta suorituskäytön suorituksen aikana. Heidän mukaansa maksimaalista voimaa ja tehoa vaativien suorituksien, kuten vertikaalihypyn, on nähty tehostuneen kompression vaikutuksesta. Tämän lisäksi, MacRae ym. kirjallisuuskatsauksesta poi-

keten, myös yksittäisissä ja toistetuissa lyhyen matkan sprinteissä sekä suorituskkyä mittaavissa maksimaalisissa kestävyysarjoitteissa on todettu pieniä positiivisia vaikutuksia kompressioryhmässä harjoitusten aikana. (Born ym. 2013: 4–6.)

Born ym. (2013) jaottelee kirjallisuuskatsauksessaan kompression vaikutusmekanismit viiteen eri pääluokkaan. Hemodynaamisen vaikutusmekanismin ohella näitä ovat neuronaalinen, mekaaninen, termaalinen ja psykologinen vaikutusmekanismi. MacRaen ym. kirjallisuuskatsauksen tavoin myös he toteavat kompression liitettävän parantuneeseen proprioseptiikkaan. Heidän mukaansa neuronaalet vaikutusmekanismit kompression taustalla perustuvat todennäköisesti kompression aikaansaamaan ihon, lihasten, nivelsiteiden, nivelkapseleiden ja sidekudoksen mekanoreseptoreiden aktivoitumiseen, jolloin presynaptinen inhibtio vähenee lisäten sensorista palautetta. He yhdistävät kompression sprintti- sekä pystyhyppysuorituksiin aikaansaamat positiiviset vaikutukset parantuneeseen proprioseptiikkaan voimantuottoon tarvittavien lihasaktivaation ja lihassyiden rekrytointistrategioiden kautta. (Born ym. 2013: 14.)

Kompression mekaanisten vaikutusten taustalla Born ym. toteavat kirjallisuuskatsauksessaan olevan lihasten vähentyneen oskillaation sekä rekrytoitujen lihassyiden määrän väheneminen. Tällä voi olla vaikutusta pienentyneeseen energiankulutukseen ja tätä myötä liikkeen lisääntyneeseen taloudellisuuteen. Lisäksi kompressiolla todetaan olevan termaalisia vaikutusmekanismeja mm. nostamalla lihasten lämpötilaa, mikä saattaa olla suotuisaa suorituksesta palautumisessa. Psykologisiksi vaikutusmekanismeiksi Born ym. nostavat kipuaistimusten lieventymisen ja vitaliteetin lisääntymisen. He kuitenkin pohtivat katsauksessaan mahdollisen plasebo-efektin vaikutusta psykologisten vaikutusmekanismien taustalla. (Born ym. 2013: 13–15.)

6 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyö tehtiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen periaatteita noudattaen. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on koota yhteen aikaisempaa tutkimustietoa valitusta aiheesta mahdollisimman kattavasti. Sen avulla saadaan käsitys jo olemassa olevasta tutkimustiedosta, tutkimusten sisällöstä ja käytetyistä tutkimusmenetelmistä. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus tehdään tarkkojen kriteerien mukaisesti, jotta joku toinen tutkija voi toistaa katsauksen halutessaan. Hakustrategian huolellinen dokumentointi onkin tärkeä osa systemaattisen kirjallisuuskatsauksen prosessia. (Johansson 2007: 3–5; Pudas-Tähkä – Axelin 2007: 46, 50.) Tämän työn tarkoituksena oli selvittää kompressiovaatteiden yhteys viivästyneeseen lihaskipuun terveillä aikuisilla.

Opinnäytetyö noudatteli viittä yleistä systemaattisen kirjallisuuskatsauksen toteutuksen vaihetta:

- 1) Tutkimuskysymyksen määrittely
- 2) Tutkimusten hakeminen
- 3) Tutkimusten laadun arviointi
- 4) Yhteenvedo tutkimuksista
- 5) Tutkimusten analysointi ja tulkinta (Khalid – Kunz – Kleijnen – Antes 2003: 118).

6.1 Tutkimusstrategia

Tutkimuskysymyksen määrittämisessä käytettiin apuna PICO-työkalua. Se muodostuu sanoista *Population/problem of interest* eli populaatio, potilasryhmä tai tutkittava ongelma, *Intervention under investigation* eli tutkittava interventio/interventiot, *The comparison of interest* eli interventioiden vertailu ja *Outcomes considered most important in assessing results* eli kliiniset tulokset/ lopputulosmuuttujat. Tätä menetelmää voidaan hyödyntää apuna tutkimuskysymyksen muotoilussa ja myöhemmin myös kirjallisuushauissa sekä tutkimusten arvioinnissa. (Pudas-Tähkä – Axelin 2007: 47.) Tässä työssä populaation (P) muodostavat kompressiovaatteita käyttävät terveet aikuiset. Tutkittava interventio (I) on tutkimuksissa käytetyt kompressiovaatteet. Interventioiden vertailussa (C) arvioitiin, onko kompressiovaatteen käytöllä vaikutusta suorituksen jälkeiseen vii-

västyneeseen ja koettuun lihaskipuun (O) kontrolliryhmään, eli ei kompressiovaatteita käyttäneeseen ryhmään verrattuna.

Tutkimuskysymyksen määrittämisen jälkeen valittiin haussa käytetyt tietokannat. Tiedonhaun tarkoituksena on löytää aiheen kannalta mahdollisimman kattavasti tietoa ja siihen liittyvät tutkimukset (Stolt — Routasalo 2007: 58). Tutkimuksia päädyttiin hakemaan kolmesta eri tietokannasta, joita olivat Pubmed, Cinahl ja Pedro. Haku suoritettiin lokakuussa 2015 ja mukaan tulivat siihen mennessä julkaistut tutkimukset.

Hakutermin valintaan tulee systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa kiinnittää erityistä huomiota. Hakustrategialla pyritään löytämään kaikki katsauksen kannalta oleelliset tutkimukset, jolloin hakuprosessin huolellinen suorittaminen vaikuttaa olennaisesti kirjallisuuskatsauksen luotettavuuteen, sisältäen aiheesta saatavilla olevan tutkitun tiedon mahdollisimman kattavasti. Haun suorittamisessa voi käyttää apuna asiantuntijaa lisäten näin katsauksen luotettavuutta. (Pudas-Tähkä – Axelin 2007: 49.) Hakutermin määrittelyssä ja hakulausekkeiden muodostamisessa auttoi Metropolian kirjaston informaatikko 27.10.2015.

Aluksi kirjallisuushakua kokeiltiin erilaisilla hakuyhdistelmillä termeillä *compression garments, clothing, clothes, sleeves, socks, stocking, tight, tops, shirts, pants, suit, delayed onset muscle soreness, muscle soreness, perceived muscle soreness, doms* ja *pms*. Kompressiovaatteiden osalta pelkkä hakuyhdistelmä *compression garments* jätti hakutuloksista pois mahdollisesti työn kannalta oleellisia tutkimuksia. Muita kompressiovaatteita yksilöiviä hakutermejä yksitellen poissulkemalla huomattiin, että laajin, muut termit sisältävä hakutulos tietokannoissa saatiin jättämällä hakusanoihin mukaan myös termi *stockings*. Lopullisiksi hakusanoiksi muodostuivat *compression, garments, stockings, muscle soreness, doms* ja *pms*. Tietokantojen erilaisten hakustrategioiden ja rajausmahdollisuuksien vuoksi näistä hakusanoista määriteltiin hakulausekkeet erikseen kuhunkin tietokantaan Metropolian informaatikon avulla.

6.2 Tutkimuksen sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Kirjallisuuskatsaukseen valikoituville tutkimuksille tulee määritellä tarkat, tutkimuskysymykseen perustuvat sisäänottokriteerit, joiden täyttymistä tutkijat tarkastelevat otsikoiden, abstraktien ja koko tekstin tasoilla (Stolt – Routasalo 2007: 59). Taulukossa 1. on esitelty tähän työhön valikoituneiden tutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

Taulukko 1. Tutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Tutkimus sisältää tuloksia kompressio-vaatteiden yhteydestä suorituksen jälkeiseen viivästyneeseen ja koettuun lihaskipuun	Tutkimus koskee kompressiovaatteiden käyttöä lääkinällisissä tai leikkauksen jälkeisissä yhteyksissä tai niiden vaikutuksia ainoastaan suoritukseen
Tutkimus on julkaistu vuonna 2005 tai sen jälkeen	Tutkimus julkaistu ennen vuotta 2005
Tutkimus saadaan avattua Terveystieteiden keskuskirjaston vierailijatunnuksilla	Tutkimukseen ei pääsyä Terveystieteiden keskuskirjaston vierailijatunnuksilla
Tutkimus on englanninkielinen	Muu kieli kuin englanti
	Kirjallisuuskatsaus/meta-analyysi
	Eri kompressiovaatteiden vertailu keskenään
	Eri palautumisstrategioiden yhteisvaikutusta vertaileva

6.3 Tutkimuksen hakuprosessi

Haku suoritettiin kolmessa eri vaiheessa. Ensimmäisenä haku tehtiin Pubmed-tietokantaan käyttäen hakuyhdistelmää *compression AND (garments OR stockings) AND (muscle soreness OR doms OR pms)*. Lisäksi haku rajattiin koskemaan ainoastaan vuonna 2005 tai sen jälkeen julkaistuja tutkimuksia. Tuloksia saatiin yhteensä 31. Otsikoiden ja abstraktien perusteella hylättiin 12 artikkelia. Artikkelit hylättiin seuraavin perustein; ne eivät sisältäneet tuloksia kompressiovaatteiden yhteydestä suorituksen jälkeiseen viivästyneeseen ja koettuun lihaskipuun (5), olivat joko kirjallisuuskatsauksia (4) tai meta-analyyseja (1), vertailivat eri kompressiovaatteita keskenään (1) tai eri palautumisstrategioiden yhteisvaikutusta (1). Jäljelle jääneistä artikkeleista karsiutui pois vielä yksi artikkeli, jota ei saatu avattua Terveystieteiden keskuskirjaston vierailijatunnuksilla. Pubmedista työhön valikoitui näin ollen yhteensä 18 artikkelia.

Hakuprosessin toinen vaihe suoritettiin Cinahl-tietokannassa, josta haettiin hakusanoilla *compression AND (garments OR stockings) AND (muscle soreness OR doms OR pms)*. Saatiin 19 hakutulosta, joista 16 oli julkaistu vuonna 2005 tai sen jälkeen. Otsi-

koiden ja abstraktien perusteella pois suljettiin seitsemän artikkelia. Niitä olivat meta-analyysi (1), kirjallisuuskatsaus (3) ja eri kompressiovaatteita vertaileva (1) tutkimus. Lisäksi kaksi tutkimusta (2) ei sisältänyt tuloksia kompressiovaatteiden yhteydestä suorituksen jälkeiseen viivästyneeseen ja koettuun lihaskipuun. Jäljelle jääneistä valituista artikkeleista seitsemän oli duplikaatteja, joten työhön valikoitui Cinahl-tietokannasta kaksi artikkelia.

Kolmannessa vaiheessa haku tehtiin Pedro-tietokantaan. Pedron tarkennettu haku eroaa PubMed- ja Cinahl-tietokantojen tarkennutuista hauista selvästi, joten hakutermejä jouduttiin soveltamaan hakukenttään sopivaksi. Hakukenttä ei hyväksynyt termejä OR tai AND, joten haku päätettiin suorittaa vain keskeisintä hakutermiä käyttäen. Keskeiseksi hakuterminä valikoitui *compression garments*. Hakutermillä löydettiin 32 artikkelia, joista 27 oli julkaistu vuonna 2005 tai sen jälkeen. Haku tuotti runsaasti erilaisia kompressiovaatteita koskevia artikkeleita, joten tutkimuskysymyksen kannalta epäolennaisten artikkeleiden poissulkeminen suoritettiin kahdessa osassa: ensin otsikoiden perusteella, jonka jälkeen luettiin abstraktit ja niiden perusteella poissuljettiin osa artikkeleista. Otsikoiden perusteella suljettiin pois 10 artikkelia; lääkinnällisiä kompressiovaatteita koskeva artikkeli (7), kielenä muu kuin englanti (2) ja meta-analyysi (1). Abstraktien perusteella poissuljettiin yhdeksän artikkelia, joissa tutkittiin kompression vaikutuksia suoritukseen (5), eri palautumisstrategioiden yhteisvaikutusta (1) tai joissa tutkimus ei sisältänyt tuloksia kompressiovaatteiden yhteydestä viivästyneeseen ja koettuun lihaskipuun (3). Abstraktien perusteella poissuljettujen artikkelien jälkeen jäljelle jäi 8 artikkelia, joista duplikaatteja oli 8, joten Pedro-tietokannasta työhön ei valikoitunut mukaan yhtäkään uutta artikkelia. Hakuprosessi on esitelty kuviossa 3.



Kuvio 3. Hakuprosessi

6.4 Tutkimuksen laadun arviointi

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta pyritään lisäämään laadun arvioinnilla, jolla on suuri merkitys myös jatkotutkimusten suositusten, tulosten tulkinnan ohjauksen sekä vaikutusten voimakkuuden määrittämisessä. Laadun arvioinnista saatavalla tiedolla on suuri vaikutus kirjallisuuskatsauksesta mahdollisesti muodostettavan suosituksen merkittävyyteen. Laadun arvioinnissa määritetään myös mukaan valikoituvien tutkimusten minimilaatutaso. (Kontio – Johansson 2007: 101.) Systemaattisen harhan minimoimiseksi laadun arvioinnissa tulee käyttää standardoitua ja systemaattista menetelmää. Laadun arvioinnin avuksi on olemassa erilaisia valmiita laadunarviointimittareita, tarkistuslistoja ja arviointiasteikkoja. Tutkijan on mahdollista myös käyttää itse kehittämäänsä mittaria. (Kontio – Johansson 2007: 102.)

Tähän kirjallisuuskatsaukseen mukaan valikoituneiden alkuperäistutkimusten laatua arvioitiin käyttäen apuna Joanna Briggs-instituutin *JB I Kriittisen arvioinnin tarkistuslista kohortti/tapaus-kontrolli tutkimukselle*. Tarkistuslistan avulla arvioidaan tutkimusten metodologista laatua, sekä pyritään tunnistamaan tutkimustuloksiin vaikuttavan harhan

riski (JBI Kriittisen arvioinnin tarkistuslista kohortti/tapaus-kontrolli tutkimukselle 2011). Vaikka mukana oli myös satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia (RCT), päätettiin laadun arvioinnissa käyttää vain kohortti/tapaus-kontrolli tutkimuksille tarkoitettua tarkistuslistaa, koska satunnaistettuun kontrolloituun tutkimukseen olennaisesti kuuluvasta sokkouttamisesta ei kompressioryhmissä voitu olla varmoja. Subjektiiivisesti mitatun vastemuuttujan, koetun lihasarkuuden, vuoksi tulokset sokkouttamisen puuttuessa voisivat oleellisesti vääristää lopputulosarviota. (Komulainen – Vuorela – Malmivaara 2014: 1440.) Tarkistuslista koettiin myös toimivaksi jokaisen mukaan valikoituneen tutkimuksen kohdalla. Tarkistuslista koostuu yhdeksästä kriteeristä, joiden täyttymistä arvioidaan asteikolla Kyllä (K), Ei (E), Epäselvä (?) ja Ei sovellettavissa (n/a). Yhdeksän arviointikriteeriä ovat:

1. Oliko tulokset mitattu luotettavasti?
2. Olivatko potilaat samassa sairauden vaiheessa/-tilassa?
3. Oliko harhan riski minimoitu tapausten ja vertailtavien valinnassa?
4. Oliko sekoittavat tekijät tunnistettu ja todettiin niiden käsittely?
5. Arvioitiinko tulokset objektiivisia kriteereitä käyttäen?
6. Oliko seurantajakso riittävän pitkä?
7. Oliko otanta edustava suhteessa tutkimuksen kohderyhmään kokonaisuudessaan?
8. Olivatko tutkimuksen keskeyttäneiden tulokset kuvattu ja sisällytetty analyysiin?
9. Käytettiinkö soveltuvia tilastollisia menetelmiä? (JBI Kriittisen arvioinnin tarkistuslista kohortti/tapaus-kontrolli tutkimukselle 2011.)

Ennen laadun arviointia päätettiin minimilaatutaso, jonka alle jääneet tutkimukset jätettäisiin pois lopullisesta yhteenvedosta. Minimilaatutaso tähän työhön sisältyville tutkimuksille oli 7/9 pistettä. Laadun arviointi suoritettiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen muiden vaiheiden tavoin kahden arvioijan toimesta. Arviointi suoritettiin ensin itsenäisesti ja sen jälkeen tuloksia verraten sekä niistä yhdessä keskustellen. Konsensukseen laadun arvioinnista päästiin ilman erimielisyyksiä. Laadun arvioinnin jälkeen lopullisesta yhteenvedosta poissuljettiin 8 tutkimusta, joiden laatutaso jäi alle minimivaatimuksen.

7 Tulokset

7.1 Tutkimuksen laatu ja sisältö

Systemaattisesti suoritettua kirjallisuushaun pohjalta työhön valikoitui mukaan yhteensä 20 tutkimusta, joista 8 ei täyttänyt asetettua minimilaatutasoa. Näin ollen lopulliseen yhteenvetoon päätyi 12 tutkimusta. (Taulukko 2). Tutkimukset olivat tyypiltään kokeellisia toistomittaustutkimuksia, joissa vertailtiin kompressiota käyttävää ryhmää kontrolliryhmään.

Taulukko 2. Katsaukseen valitut tutkimukset, tutkimuksen tekijät, julkaisumaa, julkaisuvuosi, tutkimuksen tarkoitus, tutkimuksen kulku, mitattavat arvot, keskeiset tulokset ja laadun arviointi

Tutkimuksen perustiedot (tekijä, paikka, vuosi)	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimuksen kulku	Mitattavat arvot	Keskeiset tulokset	Laatuarvio
Ferguson Richard A., Dodd Matthew J., Paley Victoria R. UK 2014	Tutkia ja vertailla NMES:n (Neuromuscular electrical stimulation), asteittaisten kompressiosukkien sekä passiivisen palautumisen vaikutuksia koettuun lihasarkuuteen, lihasvoimaan, sekä lihasvaurioiden ja tulehduksen markkereihin intensiivisen jaksoittaisen harjoittelun jälkeen.	N:21 Sukuoli: M Ikä: 21 ± 1 Tutkittavat suorittivat 90 min modifioitun Loughborough Intermittent Shuttle-testin 3:ssa eri palautumisinterventiossa 4:n viikon välein. Kompressiointerventiossa käytössä asteittaiset kompressiosukat (2XU), joiden valmistajan ilmoittama paine 40 mmHg nilkassa, 20 mmHg pohkeessa. Sukkia käytettiin 12h suorituksen jälkeen.	Polven ojentajien ja koukistajien maksimaalinen tahdonalainen supistus (MVC), kreatiiniikinaasi (CK), laktaattidehydrogenaasi (LDH), koettu lihasarkuus (PMS), interleukiini 6 (IL-6) ja C-reaktiivinen proteiini (CRP) mitattiin ennen suoritusta sekä 0, 1, 24, 48 ja 72h suorituksen jälkeen.	PMS kohosi jokaisessa ryhmässä 0, 1 ja 24h suorituksen jälkeen. 24h ja 48h suorituksen jälkeen PMS NMES-ryhmässä selvästi kahta muuta ryhmää alempi. Kompressiosukat vähensivät koettua lihasarkuutta merkittävästi 24h suorituksen jälkeen passiiviseen palautumiseen verrattuna.	7 Kyllä 1 Ei 1 ? JBI-kohortti/tapauskontrollitutkimus
Goto Kazushige, Morishima Takuma Japani 2014	Tutkia kompressiovaatteen vaikutusta lihasvoimaan, lihasarkuuteen ja veriarvoihin 24h vastusharjoittelun jälkeen	N:9 Sukuoli: M Ikä: 21± 0.4 Tutkittavat suorittivat vastusharjoittelun (9 liikettä, 10 toistoa 3-5 sarjaa, 70 % maksimista) kahdella eri testikerralla. Toisella kerralla käytössä kokovartalokompressiovaate (Under Armour) ja toisella kerralla normaalit vaatteet 24h suorituksen jälkeen.	Lihaskoima, laktaattiarvot, veren testosteroni, myoglobiini, CK, IL-6, interleukiini 1-reseptoriantagonisti (IL-1-ra) ja insuliininkaltainen kasvutekijä (IGF-1) mitattiin ennen suoritusta sekä 1, 3, 5, 8 ja 24h suorituksen jälkeen. Lihaskoisuus (MS) mitattiin 24 h suorituksen jälkeen. Olkavarren ja reiden ympärystmitta mitattiin ennen suoritusta sekä 8 ja 24h suorituksen jälkeen.	Kompressioryhmällä oli havaittavissa vähemmän lihasarkuutta ja subjektiivista väsymystä 24h suorituksen jälkeen. Ylävartalon lihasvoima palautui 3–8h harjoituksen jälkeen kompressioryhmällä. Alaraajan lihasvoima palautui nopeammin. Olkavarren ja reiden ympärystmitta kasvoivat merkittävästi kontrolliryhmällä.	5 Kyllä 2 Ei 1 ? 1 n/a JBI-kohortti/tapauskontrollitutkimus

<p>Hill Jessica A., Howatson Glyn, van Someren Ken A., Walshe Ian, Pedlar Charles R.</p> <p>UK</p> <p>2014</p>	<p>Tutkia alaraajakompressiovaatteiden vaikutusta lihasvoimaan, lihasrakuuteen ja lihasvaurioiden markkereihin maratonista palautumisessa.</p>	<p>N:24 Sukupuoli: M:17, N:7 Ikä: 47.7±10.8 (kompressioryhmä), 41.4 ± 10.5 (kontrolliryhmä) Maratonin jälkeen tutkittavat jaettiin kontrolliryhmään ja kompressioryhmään. Kompressioryhmä käytti kompressiotrikoota (2XU), joiden todellinen mitattu keskiverto paine reidessä 9.9 ± 2 mmHg anatomisessa asennossa/ 17.5 ± 3.5 mmHg lihassupistuksessa ja pohkeessa 19.3 ± 2.6 mmHg anatomisessa asennossa/ 24.4 ± 5 mmHg lihassupistuksessa. Kompressiotrikoot olivat käytössä 72h maratonin jälkeen. Kontrolliryhmä sai valeultraääntä 15 min ajan tunnin sisällä maratonista.</p>	<p>Polven ojentajien MVIC, PMS, CK ja C-RP mitattiin ennen maratonia sekä 1, 24, 48 ja 72h maratonin jälkeen.</p>	<p>24h maratonin jälkeen kompressiotrikoota käytävällä ryhmällä oli huomattavasti vähemmän koettua lihasrakuutta kontrolliryhmään verrattuna.</p>	<p>8 Kyllä 1 n/a</p> <p>JB1-kohortti/tapauskontrollitutkimus</p>
<p>Del Coso Juan, Areces Francisco, Salinero Juan José, González-Millán Cristina, Abián-Vicén Javier, Soriano Lidon, Ruiz Diana, Gallo César, Lara Beatriz, Calleja-Conzalez Julio</p> <p>Espanja</p> <p>2013</p>	<p>Tutkia kompressiosukkien tehokkuutta lihasvaurion ehkäisyssä ja lihaksen suorituskyvyn säilyttämisessä half-ironman triathlonilla.</p>	<p>N:36 Sukupuoli: ? Ikä: 35.8 ± 6.3 (kontrolliryhmä), 35.0 ± 5.3 (kompressioryhmä) Tutkittavat jaettiin kahteen ryhmään. Toiset käyttivät half-ironman -kisan aikana kompressiosukia (Compressport®) ja toiset tavallisia sukia. Kisan jälkeen mitattiin veriarvot ja suoritettiin lihasvoimamittaukset.</p>	<p>Lihasarakuus, jalkojen lihasvoimaa mittaava kevennyshyppy, hypyn korkeus, myoglobiini, LDH ja CK mitattiin ennen ja heti kisan jälkeen.</p>	<p>Kompressiosukia käytävän ryhmän ja kontrolliryhmän välillä ei ollut eroa koetun lihasrakuuden suhteen välittömästi suorituksen jälkeen. Kompressioryhmällä merkittävästi suurempi muutos massassa sekä suurempi plasman osmolaliteetti kisan jälkeen.</p>	<p>8 Kyllä 1 Ei</p> <p>JB1-kohortti/tapauskontrollitutkimus</p>
<p>Bieuzen Francois, Brisswalter Jeanick, Easthope Christopher, Vercruyssen Fabrice, Bernard Thierry, Hausswirth Christophe</p> <p>Ranska</p> <p>2014</p>	<p>Tutkia kompressiosukkien vaikutusta harjoittelun aiheuttamaan lihasvaurioon.</p>	<p>N: 11 Sukupuoli: M Ikä: 34.7 ± 9.8 11 aktiivisesti harjoittelevaa maastojuoksijaa osallistui kolmeen simuloituun maastojuoksukilpailuun, joissa he joko käyttivät kompressiosäärystintä (Sigvaris) kisassa (valmistajan ilmoittama paine 25 mmHg pohkeessa), kisan jälkeen (valmistajan ilmoittama paine 20 mmHg pohkeessa) tai eivät ollenkaan.</p>	<p>Polven ojentajien MVC, kevennyshyppy, CK, IL-6 ja PMS mitattiin ennen suoritusta ja 1, 24 ja 48h suorituksen jälkeen.</p>	<p>Koettu lihasrakuus oli lievästi heikompaa kompressiosukia kisan aikana käyttäneellä ryhmällä 1 ja 24h suorituksen jälkeen.</p>	<p>6 Kyllä 2 Ei 1 n/a</p> <p>JB1-kohortti/tapauskontrollitutkimus</p>

<p>Pruscino Cathryn L., Halson Shona, Hargreaves Mark</p> <p>2013</p> <p>Australia</p>	<p>Tutkia kompressiovaatteiden vaikutuksia biokemiallisiin ja fyysisiin tekijöihin sekä koettuun palautumiseen ammattiurheilijoilla 24h harjoittelun jälkeen.</p>	<p>N:8 Sukupuoli: M Ikä: 21.9 ± 2.3 Maahockeypelaajat suorittivat neljän viikon välein kaksi ottelua simuloivaa harjoitusta ja käyttivät joko kompressiotrikoita (2XU) tai löysiä housuja 24h suorituksen jälkeen. Kompressiolla aikaansaatua todellinen mitattu paine oli nilkassa 19.1 ± 3.6, pohkeessa 7.2 ± 2.8 ja reidesä 4.8 ± 1.6 mmHg.</p>	<p>Verestä mitattiin IL-6, interleukiini-1-beta (IL-1β), tuumorinekroositekijä alfa (TNF-α), CRP ja CK ennen suoritusta sekä 1, 24 ja 48h suorituksen jälkeen. Laktaattiarvot mitattiin suorituksen aikana ja 30 min suorituksen jälkeen. Lihasvoimaa ja koettua lihasarkuutta mitattiin kevennys-hypyllä ja kyykkyhypyllä ennen ja 1, 24, ja 48h suorituksen jälkeen. Koettua palautumista mitattiin suorituksen jälkeen.</p>	<p>Koettu lihasarkuus oli pienempää ja koettu palautuminen oli nopeampaa ryhmällä, joka käytti kompressiotrikoita.</p>	<p>6 Kyllä 1 Ei 1 ? 1 n/a</p> <p>JBI-kohortti/tapauskontrollitutkimus</p>
<p>Hamlin Michael J., Mitchell Carla J., Ward Felila D., Draper Nick, Shearman Jeremy P., Kimber Nicholas E.</p> <p>2012</p> <p>Uusi-Seelanti</p>	<p>Tutkia, vaikuttaako kompressiovaatteiden käyttäminen palautumisessa sitä seuraavaan toistettuun sprinttiin ja 3-km juoksusuoritukseen.</p>	<p>N: 22 Sukupuoli: M Ikä: 20.1 ± 2.1 Rugbypelaajat suorittivat ottelua simuloivan harjoituksen, jonka jälkeen heille annettiin joko kompressiotrikoot (Skins) tai plasebotrikoot, joita he pitivät 24h suorituksen jälkeen. Viikon päästä ryhmät vaihdettiin ja koe tehtiin uudestaan. Todelliset mitatut paineet kompressioryhmässä olivat nilkassa 8.6 ± 2.6, pohkeessa 13.4 ± 2.0 ja reiden sivulla 9.0 ± 2.2 mmHg.</p>	<p>Suorituskyvyn palautumista testattiin 24h suorituksen jälkeen 10x40 m sprintti- ja 3 km juoksutesteillä. Lihasarkuutta arvioitiin juuri ennen, 24 ja 48h simuloivan suorituksen jälkeen. Ennen suoritusta ja 24h suorituksen jälkeen mitattiin verinäytteenä CK arvot.</p>	<p>Molemmat juoksusuoritukset parantuivat ja DOMS oli huomattavasti pienempi kompressioryhmällä 48h suorituksen jälkeen.</p>	<p>8 Kyllä 1 n/a</p> <p>JBI-kohortti/tapauskontrollitutkimus</p>
<p>Driller Matthew W., Halson Shona</p> <p>Australia</p> <p>2013</p>	<p>Tutkia alaraajojen kompressiovaatteiden vaikutusta 30 minuutin kestävyystyypin pyöräilytestin aikana ammatti-pyöräilijöillä.</p>	<p>N: 12 Sukupuoli: M Ikä: 30 ± 6 Tutkittavat pyöräilivät polkupyöräergometrillä kaksi identtistä kestävyysharjoitusta kolmen päivän välein, toisella kerralla käyttäen kompressiotrikoita (2XU), toisella kerralla omia pyöräilyshortsejaan.</p>	<p>Syke mitattiin ennen suoritusta, lämmittelyn ja suorituksen aikana. Veren laktaattipitoisuus mitattiin ennen ja jälkeen suorituksen sekä lämmittelyn jälkeen. Pohkeen ja reiden ympärysmittat sekä koettu lihasarkuus mitattiin ennen ja jälkeen suorituksen.</p>	<p>Kompressiotrikoiden käytöllä ei ollut vaikutusta koettuun lihasarkuuteen, pohkeiden tai reisien ympärysmittaan eikä veren laktaattiarvoihin.</p>	<p>8 Kyllä 1 n/a</p> <p>JBI-kohortti/tapauskontrollitutkimus</p>

<p>Jakeman John R., Byrne Chris, Eston Roger G.</p> <p>UK</p> <p>2010</p>	<p>Tutkia urheiluhieronnan ja kompression yhteisvaikutusta suorituksen jälkeiseen lihasvaurioon kompressio- ja kontrolliryhmään verrattuna.</p>	<p>N:32 Sukupuoli: N Ikä: 21.4 ±1.7 Tutkittavat suorittivat 10x10 plyometrisen hyppyharjoituksen, jonka jälkeen heidät jaettiin kolmeen palautumisryhmään: passiivinen, kompressiotrikoot (Skins) ja 30 min hieronta sekä pelkät kompressiotrikoot. Valmistajan ilmoittama paine kompressiotrikoissa oli 17.3 mmHg pohkeessa ja 14.9 mmHg reidessä.</p>	<p>Lihaskuus, CK, isometrinen lihasvoima, kyykkyhyppy- ja kevennyshyppysuoritus mitattiin ennen sekä 1, 24, 48, 72 ja 96h suorituksen jälkeen.</p>	<p>Kompressiovaatteiden käyttö vähensi merkittävästi koettua lihasarkuutta. Yhdistetyllä hoidolla ja pelkällä kompressiovaatteiden käytöllä ei ollut merkittävää eroa koettuun lihasarkuuteen tai kevennyshyppysuoritukseen. Kompressioryhmällä oli selvästi huonompi kyykkyhypyn tulos, mutta selvästi suurempi lihasvoima 48h suorituksen jälkeen kuin yhdistetyllä hoidolla.</p>	<p>6 Kyllä 2 Ei 1 n/a</p> <p>JB1-kohortti/tapauskontrollitutkimus</p>
<p>Jakeman John R., Byrne Chris, Eston Roger G.,</p> <p>UK</p> <p>2010</p>	<p>Tutkia alaraajakompressiovaatteen vaikutusta palautumiseen harjoituksen tuottamasta lihasvauriosta.</p>	<p>N:17 Sukupuoli: N Ikä: 21.4 ±1.7 Tutkittavat suorittivat 10 x 10 plyometrisen hyppyharjoituksen, jonka jälkeen heidät satunnaisesti jaettiin passiivisen palautumisen ryhmään ja kompressiotrikoita (Skins) käyttävään ryhmään. Valmistajan ilmoittama paine kompressiotrikoissa oli 17.3 mmHg pohkeessa ja 14.9 mmHg reidessä. Kompressiotrikoita pidettiin 12h suorituksen jälkeen.</p>	<p>Koettu lihasarkuus, CK, polven ojentajien isokineettinen lihasvoima, kyykkyhyppy-, kevennyshyppy- ja pystyhyppysuoritus mitattiin ennen sekä 1, 24, 48, 72 ja 96h suorituksen jälkeen.</p>	<p>Kompressioita käyttävässä ryhmässä oli vähemmän koettua lihasarkuutta. Passiivisen palautumisen ryhmässä mitattiin huonommat tulokset kyykkyhyppysä. Kevennyshyppysä ja lihasvoimassa huonommat tulokset mitattiin passiivisen palautumisen ryhmässä 48h suorituksen jälkeen kompressioryhmään verrattuna.</p>	<p>7 Kyllä 1 Ei 1 n/a</p> <p>JB1-kohortti/tapauskontrollitutkimus</p>
<p>Ali Ajmol, Creasy Robert H., Edge Johann A.</p> <p>Uusi-Seelanti</p> <p>2010</p>	<p>Tutkia eri paineisten asteittaisten kompressiosukkien fysiologisia ja koettuja vaikutuksia kilpajuoksijoilla juoksumatolla suoritettun harjoituksen aikana ja sen jälkeen.</p>	<p>N: 10 Sukupuoli: M: 9, N: 1 Ikä: 36 ±10 Tutkittavat suorittivat kolme 40 minuutin harjoitusta juoksumatolla, yllään joko matalan kompression sukat (15 mmHg nilkassa, 12 mmHg polvessa), korkean kompression sukat (32 mmHg nilkassa, 23 mmHg polvessa) (Juzo) tai normaalit sukat. Valmistajan ilmoittama paine vastasi todellista mitattua painetta.</p>	<p>VO2, syke ja veren laktaattiarvo mitattiin ennen suoritusta ja sen aikana. CK, myoglobiini, kevennyshyppy, lihasarkuus ja paineherkkyys mitattiin ennen suoritusta sekä 0, 24 ja 48h harjoituksen jälkeen. Myös koettu uupumus sekä kompressiosukkien käyttömukavuus, kireys ja niiden mahdollisesti aiheuttama kipu arvioitiin.</p>	<p>Kompressiosukilla ei ollut vaikutusta lihasarkuuteen. Korkean kompression sukien koettiin olevan tiukemmat ja tuottavan enemmän kipua muihin ryhmiin verrattuna.</p>	<p>7 Kyllä 1 Ei 1 n/a</p> <p>JB1-kohortti/tapauskontrollitutkimus</p>

<p>Kraemer William J., Flanagan Shawn D., Comstock Brett A., Fraga Maren S., Earp Jacob E., Dunn-Lewis Courtenay, Ho Jen-Yu, Thomas Gwendolyn A., Solomon-Hill Glenn, Penwell Zachary R., Powell Matthew D., Wolf Megan R., Volek Jeff S., Denegar Craig R., Marsh Carl M.</p> <p>USA</p> <p>2010</p>	<p>Tutkia kokovartalokompressiopuvun vaikutusta palautumiseen voimaharjoittelun jälkeen voimaharjoittelua harrastavilla miehillä ja naisilla.</p>	<p>N:20 Sukupuoli: M: 11, N: 9 Ikä: 23 ± 2.9 (miehet), 23.1 ± 2.2 (naiset) Tutkittavat suorittivat 8 liikkeen voimaharjoittelun, jonka jälkeen osa tutkittavista laittoi ylleen kokovartalokompressioasun (Under Armour) pitäen sitä seuraavat 24h.</p>	<p>Tutkittavilta testattiin 24h harjoituksen jälkeen unenlaatu, väsymyksen aste, vitaliteetti, koettu lihasarkuus, lihasturvotus, reaktioaika, lihasvoima (penkkipunnerruksen ja kevennyshypyn avulla) sekä CK ja LDH-pitoisuudet.</p>	<p>Kompressioryhmällä oli merkittävästi vähemmän koettua lihasarkuutta sekä selvästi paremmat tulokset penkkipunnerruksessa. Reaktioajoissa ja kevennyshypyssä ei eroja ryhmien välillä. Kontrolliryhmällä esiintyi enemmän lihasturvotusta kompressioryhmään verrattuna. Kompressioryhmällä oli selvästi kohonneempi vitaliteetti, vähemmän väsymystä ja matalammat CK- sekä LDH-pitoisuudet kuin kontrolliryhmällä.</p>	<p>8 Kyllä 1 n/a</p> <p>JB1-kohortti/tapauskontrollitutkimus</p>
<p>Davies Vanessa, Thompson Kevin G., Cooper Stephen-Mark</p> <p>UK</p> <p>2009</p>	<p>Tutkia vähentävätkö alaraajojen kompressiovaatteet lihasvauriota ja vaikuttavatko ne suorituskyvyn alentumiseen pudotushyppyharjoituksen jälkeen.</p>	<p>N:11 Sukupuoli: N: 7, M: 4 Ikä: 19.7 ± 0.5 (naiset), 26.3 ± 5.1 (miehet) Tutkittavat tekivät sarjan suorituskäytettä ja plyometrisen pudotushyppyharjoituksen, jonka jälkeen käyttivät joko kompressiotrikoita (Linebreak) tai omia vaatteitaan. Viikon jälkeen suorittivat samat testit uudestaan vaihtaen ryhmiä. Valmistajan ilmoittama paine kompressiotrikoissa oli 15 mmHg raajojen alaosaan.</p>	<p>Veren CK ja LDH, reiden lihasturvotus ja koettu lihasarkuus mitattiin ennen suoritusta ja 24 sekä 48h suoritusten jälkeen. Suorituskäytettä (5, 10 ja 20m sprintti, 5-0-5 ketteryystesti ja kevennyshyppy) toistettiin 48h harjoituksen jälkeen.</p>	<p>Koettu lihasarkuus oli suurempi 48h suoritusten jälkeen kontrolliryhmällä, erityisesti naisilla. Naisilla myös CK-arvot olivat suuremmat 24h harjoituksen jälkeen kontrolliryhmällä. Kompressiotrikoilla ei ollut vaikutuksia suorituskäytettyyn.</p>	<p>6 Kyllä 1 Ei 1 n/a 1 ?</p> <p>JB1-kohortti/tapauskontrollitutkimus</p>
<p>Duffield Rob, Edge Johann, Merrells Robert, Hawke Emma, Barnes Matt, Simcock David, Gill Nicholas</p> <p>Uusi-Seelanti/ Australia</p> <p>2008</p>	<p>Selvittää, parantavatko kompressiovaatteet jaksoittaista juoksusuoritusta ja palautumista korkeakuormitteisesta suorituksesta sitä seuraavina päivinä.</p>	<p>N:14 Sukupuoli: M Ikä: 19 ± 1 Tutkittavat suorittivat simuloidun rugbyharjoituksen kaksi kertaa kahden viikon välein, käyttäen toisella kerralla alaraaja-kompressiovaatteita (Skins) suoritusten aikana ja 15h niiden jälkeen sekä toisella kerralla normaaleja pelivaatteitaan.</p>	<p>Kehon massa mitattiin ennen ja jälkeen jokaisen suorituksen. Syke ja ihon/kehon lämpötila mitattiin ennen suoritusta, sen jälkeen ja sen aikana. Lihasarkuus mitattiin ennen ja jälkeen suoritusten, sekä 24h ensimmäisen ja 48h toisen harjoituksen jälkeen. Laktaattiarvot mitattiin ennen ja jälkeen suoritusten. CK mitattiin ennen lämmittelyä sekä 15min ensimmäisen ja 48h toisen harjoituksen jälkeen. Suorituskäytettyä mitattiin 20 m sprintillä ja maksimaalisilla rugbyaloitusyrityksillä.</p>	<p>Tutkittavat kokivat vähäisempää lihasarkuutta 24 ja 48h harjoituksen jälkeen käyttäessään alaraajakompressiovaatteita. Kompressioryhmällä mitattiin myös korkeampi ihon lämpötila. Veriarvoissa ei havaittu eroja.</p>	<p>7 Kyllä 1 Ei 1 n/a</p> <p>JB1-kohortti/tapauskontrollitutkimus</p>

Duffield Rob, Cannon Jack, King Monique Australia 2010	Tutkia kompressiovaatteen vaikutuksia palautumiseen intensiivisen jaksoittaisen sprinttijuoksun ja plyometrisen hyppyharjoituksen jälkeen.	N:11 Sukupuoli: ? Ikä: 20.9 ±2.7 Tutkittavat suorittivat kaksi harjoitusta 7 päivän välein alaraajakompressiolla (Bioslyx) ja ilman. Kompressiovaatetta pidettiin sekä suorituksen aikana, että 24h suorituksen jälkeen. 10 min mittainen harjoitusprotokolla koostui jokaisen minuutin aikana suoritetuista 20m sprintti- ja 10 x plyometrisistä hyppyharjoitteista.	Polven koukistajien ja ojentajien huippuvoima, laktaattiarvot, CK, aspartaattiaminotransferaasi ja CRP mitattiin ennen suoritusta sekä 0, 2 ja 24h sen jälkeen. Syke, koettu rasitus ja lihasarkuus mitattiin ennen ja jälkeen suorituksen.	Kompressioryhmällä vähemmän koettua lihasarkuutta.	5 Kyllä 3 Ei 1 n/a JBI-kohortti/tapauskontrollitutkimus
French Duncan N., Thompson Kevin G., Garland Stephen W., Barnes Christopher A., Portas Matthew D., Hood Peter E., Wilkes Graeme UK 2008	Tutkia kompressiosukkien ja kylmäkuuma-hoidon tehokkuutta harjoituksen tuotamasta lihasvauriosta palautumisessa urheilijoilla.	N:26 Sukupuoli: M Ikä: 24.12 ±3.2 Tutkittavat jaettiin kolmeen ryhmään kylmä-kuuma-hoito, kompressioryhmä ja kontrolliryhmä ja he suorittivat korkean intensiteetin vastusharjoittelun (6x10 takakyökkyä sekä sarjojen lopuksi 1 x 5s eksentrisen kyykky). Kompressioryhmällä käytössä kompressiotrikoot (Skins) 12h suorituksen jälkeen, joiden aiemmissa tutkimuksissa raportoitu keskiverto paine oli 12 mmHg pohkeessa ja 10 mmHg reidessä.	Alaraajan ympäröivät, ROM, lihasvoima käyttäen mittarina kevennyshyppyä, nopeus ja ketteryys 10 ja 30m sprinteillä, kokovartalon lihasvoima kyykäten, lihasarkuus, CK ja myoglobiini mitattiin ennen suoritusta sekä 1, 24 ja 48h suorituksen jälkeen.	Kylmä-kuuma-hoitoryhmällä oli selvästi vähemmän koettua lihasarkuutta 1h suorituksen jälkeen. Kompressioryhmällä 30-metrin sprinttiaika selvästi alkupeistä aikaa huonompi 48h suorituksen jälkeen. Kompressiolla ei vaikutusta koettuun lihasarkuuteen.	8 Kyllä 1 n/a JBI-kohortti/tapauskontrollitutkimus
Duffield Rob, Portus Marc Australia 2007	Vertailla kolmen eri kokovartalokompressiovaatteen (Skins, Adidas ja Under Armour) vaikutuksia toistosprintti- ja heittosuoritukseen kriketinpelaajilla.	N:10 Sukupuoli: M Ikä: 22.1 ±1.1 Tutkittavat suorittivat neljä harjoitusta 3-4 vuorokauden välein käyttäen vuorotellen eri valmistajan kokovartalokompressiovaatteita tai normaaleja vaatteita. Kompressiovaatteita pidettiin harjoitusten ajan sekä 24h niiden jälkeen. Harjoitus koostui 30 min ajan suoritetuista 20 metrin sprintti- sekä tarkkuus- ja maksimaalisista heittosuorituksista.	Ihon lämpötila, syke ja koettu uupumus mitattiin ennen ja jälkeen suorituksen sekä sen aikana. Kehon massamuutos, veren laktaatti, pH, happisaturaatio ja -paine mitattiin ennen ja jälkeen suorituksen. Koettu lihasarkuus mitattiin ennen suoritusta, sekä 0 ja 24 h suorituksen jälkeen. Myös veren CK-pitoisuus mitattiin 24h suorituksen jälkeen.	Kompressioryhmillä ihon lämpötilan raportoitiin olevan keskimäärin korkeampi sekä CK-pitoisuuden ja koetun lihasarkuuden matalampi 24h harjoitusten jälkeen kontrolliryhmään verrattuna. Ei merkittäviä eroja vaatemerkkien välillä.	4 Kyllä 2 Ei 1 n/a 2 ? JBI-kohortti/tapauskontrollitutkimus

<p>Trenell Michael I., Rooney Kieron B., Sue Carolyn M., Thompson Campbell H.</p> <p>Australia</p> <p>2006</p>	<p>Tutkia, auttavatko kom- pressiovaatteet aineen- vaihduksellista palautu- mista eksentrisen harjoi- tuksen jälkeen.</p>	<p>N: 11 Sukupuoli: M Ikä: 21.2 ± 3.1 Tutkittavat suorittivat 30 minuutin alamä- kikävelyn, jonka jälkeen laitoivat toiseen jalkaan kompressiolahkeen (Skins). Toi- nen raaja toimi vertailukohteena. Komp- ressiota käytettiin 48h suorituksen jäl- keen. Todellinen mitattu kompressiolla aikaansaatu paine oli 1h harjoituksen jälkeen 17 ± 2 mmHg pohkeessa ja 10 ± 2 mmHg reidessä. 48h myöhemmin paine oli pohkeessa 16 ± 2 mmHg. Reiden osalta paine ei muuttunut.</p>	<p>Aineenvaihduntatuotteet fosfomonoesteri, fosfodiesteri, fosfokreatiini, epäorgaani- nen fosfaatti ja ATP sekä koettu lihasar- kuus mitattiin ennen suoritusta, ja 1 sekä 48h suorituksen jälkeen.</p>	<p>Tunnin jälkeen suorituk- sesta kompressiolahjetta käyttäneestä raajasta mitattiin korkeammat fosfodiesteri-pitoisuudet. Muita merkittäviä eroja raajojen välillä ei havait- tu.</p>	<p>5 Kyllä 3 Ei 1 n/a</p> <p>JBI-kohortti/tapaus- kontrollitutkimus</p>
<p>Pereira Maria C., Bottaro Martim, Brown Lee E., Rocha-Junior Valdinar A., Martorelli Saulo S., Nóbrega Otavio T., Souza Vinicius C., Pinto Ronei S., Carmo Jake</p> <p>2014</p> <p>Brasilia</p>	<p>Määritellä harjoittelun aikana käytettyjen kom- pressiohihojen vaikutuk- sia lihasten palautumi- seen harjoituksen jäl- keen voimaharjoittelua harrastavilla miehillä.</p>	<p>N: 22 Sukupuoli: M Ikä: 24.6 ± 5.1 Tutkittavat jaettiin kahteen ryhmään: toisille annettiin kompressiohihat (Skins), toisille plasebo-hihat, jonka jälkeen he suorittivat 4x10 yläraajan lihasvoimahar- joitetta käyttäen kompressio- tai plasebo- hihoja suorituksen ajan.</p>	<p>Lihaskuus, kyynärnivelen koukistajien lihasaktivaatio sekä MVIC mitattiin ennen harjoitusta sekä 0, 24, 48, 72 ja 96h har- joituksen jälkeen. Veren CK-pitoisuus mitattiin ennen harjoitusta sekä 48 ja 96h harjoituksen jälkeen.</p>	<p>Kompressiohihojen käytöllä ei todettu vaiku- tusta voimaharjoitukses- ta palautumiseen.</p>	<p>7 Kyllä 1 Ei 1 n/a</p> <p>JBI-kohortti/tapaus- kontrollitutkimus</p>
<p>Fedorko Brent F.</p> <p>2007</p> <p>USA</p>	<p>Arvioida jatkuvan kom- pression vaikutuksia viivästyneen lihaskivun kliinisiin merkkeihin ja koettuun kipuun.</p>	<p>N: 20 Sukupuoli: M Ikä: 22.4 ± 4.4 (kompressioryhmä), 22.2 ± 4.6 (kontrolliryhmä) Tutkittavat arvottiin kahteen ryhmään, jonka jälkeen he suorittivat eksentrisen polven ojennusharjoituksen. Välittömästi harjoituksen jälkeen kompressioryhmä puki ylleen kompressiolahkeen ja käytti sitä kolmen päivän ajan. Kontrolliryhmä käytti omia vaatteitaan.</p>	<p>Ennen harjoitusta, sekä 24, 48 ja 72h harjoituksen jälkeen tutkittavilta mitattiin lihasarkuus ja -kipu, koettu uupumus, lihasturvotus, nivelten liikeradat ja lihas- voima.</p>	<p>Lihaskuus oli huomaa- tavasti alhaisempaa kompressioryhmällä 24 ja 48h harjoituksen jäl- keen.</p>	<p>7 Kyllä 1 Ei 1 n/a</p> <p>JBI-kohortti/tapaus- kontrollitutkimus</p>

7.2 Kompressiovaatteiden yhteys viivästyneeseen lihaskipuun

Kirjallisuuskatsauksen 12:sta laatukriteerit täyttäneestä tutkimuksesta seitsemässä (7) kompressiovaatteen käytöllä on ollut koettua lihasarkuutta vähentävä vaikutus. Viidessä (5) tutkimuksessa kompressiovaatteen käytöllä ei ollut vaikutusta koettuun lihasarkuuteen. Yhdessäkään tutkimuksessa kompressiovaatteella ei havaittu negatiivista vaikutusta koettuun lihasarkuuteen. Tutkimukset saivat laatuarvioista hyvät pisteet, mutta niiden heterogeenisyyden takia on hyvä pohtia tulosten vaikuttavuutta.

Tutkimuksista seitsemässä (7) oli tutkittavina vain miehiä, yhdessä (1) pelkästään naisia ja kolmessa (3) molempia. Yhden (1) tutkimuksen osalta ei selvinnyt, olivatko tutkittavat miehiä vai naisia. Tutkittavat olivat iältään 18–59-vuotiaita. Seitsemässä (7) tutkimuksessa tutkittavat olivat alle 30-vuotiaita. Tutkimuksista kuudessa (6) oli käytössä kompressiotrikoot ja kolmessa (3) asteittaiset kompressiosukat. Yksi (1) tutki kokovartalokompressiopuvun ja yksi (1) kompressiolahkeen vaikutuksia suorituksen jälkeisessä palautumisessa, sekä yksi (1) kompressiohihaa suorituksen aikana.

Kompressiovaatteen paine oli ilmoitettu kuudessa (6) tutkimuksessa. Näistä kolmessa (3) oli mitattu kompressiovaatteen aikaansaama todellinen paine ja kolmessa (3) tutkimuksessa raportoitiin valmistajan ilmoittama paine. Lopuissa kuudessa (6) tutkimuksessa painetta ei ilmoitettu. Niissä tutkimuksissa, joissa painetta ei ilmoitettu, ilmaistiin kompressiovaatteen kuitenkin noudattelevan valmistajan ilmoittamaa mitoitusta. Osassa tutkimuksista sopiva vaatekoko oli valittu esimerkiksi raajan ympärysmitan perusteella, valmistajan kokotaulukkoa ja tähän perustuvaa, valmistajan ilmoittamaa kompressiotasoa noudattaen.

Seitsemässä tutkimuksessa raportoitiin kompressiovaatteiden positiivisista vaikutuksista suorituksesta palautumisessa. Kuudessa tutkimuksessa seitsemästä oli laitettu kompressiovaate päälle vasta harjoituksen jälkeen ja kaikissa tutkimuksissa sitä oli käytetty vähintään 12 tuntia harjoituksen jälkeen. Kahdessa tutkimuksessa kompressiovaatetta oli pidetty yhtäjaksoisesti 24 tuntia ja kolmessa jopa 72 tuntia. Vain Duffieldin ym. (2008) tutkimuksessa kompressiovaatetta oli käytetty sekä harjoituksen aikana, että sen jälkeen. Neljässä tutkimuksessa käytettiin kompressiotrikoita. Fergusonin ym. (2014) tutkimuksessa käytettiin kompressiosukkia 72 tuntia harjoituksen jälkeen. Kraemerin ym. (2012) tutkimuksessa käytettiin kokovartalokompressiota 24 tuntia harjoituksen jälkeen. Fedorkon (2007) tutkimuksessa käytettiin reiden kompressiolahjetta

72 tuntia harjoittelun jälkeen. Kaikissa seitsemässä tutkimuksessa, jotka saivat positiivisia tuloksia kompressiovaatteen käytön yhteydestä viivästyneeseen lihaskipuun, suurin ero kompressiota käyttävällä ryhmällä ja kontrolliryhmällä ilmeni 24 tuntia harjoituksen jälkeen.

Kolmessa positiivisia tuloksia sisältäneessä tutkimuksessa tutkittavat harrastivat kansallisella tasolla joukkuelajeja (rugby, jalkapallo ja jääkiekko) ja kahdessa tutkimuksessa tutkittavat harrastivat voimaharjoittelua. Fedorkon (2007) tutkimuksessa tutkittavat eivät harrastaneet mitään tiettyä lajia, kun taas Hillin ym. (2014) tutkimuksessa tutkittavat olivat kokeneita maratoonareita. Fergusonin ym. (2014) käyttämät asteittaiset kompressiosukat olivat valmistajan ilmoittamalta paineeltaan 40 mmHg nilkassa ja 20 mmHg pohkeessa. Hillin ym. (2014) tutkimuksessaan käyttämien kompressiotrikoiden todelliset mitatut paineet olivat etureiden kohdalta 9.9 ± 2 mmHg ja pohkeessa 19.3 ± 2.6 mmHg. Hamlinin ym. (2012) tutkimuksessa kompressiotrikoot olivat todelliselta mitatulta paineeltaan 13.4 ± 2.0 mmHg pohkeessa ja 9.0 ± 2.2 mmHg nilkassa. Jakemanin ym. (2010) tutkimuksessa kompressiotrikoiden painetta ei ilmoitettu, mutta he esittivät aiemman tutkimuksen perusteella keskivertopaineen kyseiselle kompressiovaatteelle olleen 14.9 mmHg reidessä ja 17.3 mmHg pohkeessa. Positiivisia tuloksia sisältäneissä tutkimuksissa kolmessa ei ilmoitettu kompressiovaatteen aikaansaamaa painetta.

Jakemanin ym. (2010) tutkimuksessa kompressioryhmällä oli myös suorituksen jälkeen parempi lihasvoima ja paremmat tulokset kevennyshypyssä sekä kyykkyhypyssä 48 tuntia harjoituksen jälkeen. Myös Kraemerin ym. (2010) tutkimuksessa kompressiota käyttävällä ryhmällä oli paremmat tulokset lihasvoimaa mitattaessa 24 tuntia harjoituksen jälkeen. Myös lihasturvotus oli vähäisempää kompressioryhmällä. Kreatiini- ja laktatidehydrogenaasiarvot olivat matalammat kompressioryhmällä. Duffield ym. (2008) raportoi vähentyneen lihasarkuuden lisäksi kompressioryhmän korkeammasta ihon lämpötilasta.

Viidessä tutkimuksessa raportoitiin, ettei kompressiovaatteen käytöllä ei ollut vaikutusta koettuun lihaskipuun. Näistä tutkimuksista neljässä oli käytetty kompressiovaatetta vain suorituksen ajan. Ainoastaan Frenchin ym. (2008) tutkittavat käyttivät kompressiotrikoota myös 12 tuntia suorituksen jälkeen. Heidän tutkimuksessaan raportoitiin myös muista tutkimuksista poiketen kompressiota käyttäneessä ryhmässä selvästi vertailuaikaa huonommat ajat 30-metrin sprintissä 48 tuntia suorituksen jälkeen.

Myös suoritukset erosivat näissä viidessä tutkimuksessa toisistaan. Del Coson ym. (2013) tutkimuksessa käytettiin vaatetta half-ironman kisan ajan, kun taas Drillerin ja Halsonin (2013) tutkittavat käyttivät vaatetta 30 minuutin pyöräilytestin ajan. Kuormittavuudeltaan noin nelituntinen half-ironman kisa oli myös raskaampi verrattuna 30 minuutin pyöräilytestiin. Pereiran ym. (2014) ja Frenchin ym. (2008) tutkittavat suorittivat molemmat vastusvoimaharjoittelun. Alin ym. (2010) tutkimuksessa tutkittavat suorittivat 40 minuutin juoksumattojuoksun. Kahdessa tutkimuksessa käytettiin kompressisukkia, kahdessa kompressiotrikoita ja yhdessä kompressiohihoja.

Näiden viiden tutkimuksen osalta kahdessa ei mainittu kompressiovaatteen paineita. Drillerin ja Halsonin (2013) tutkimuksessa kompressiotrikoiden valmistajan ilmoittama paine oli 18 mmHg nilkassa ja 10 mmHg pakarassa. Frenchin ym. (2008) tutkittavien käyttämissä kompressiotrikoissa valmistajan ilmoittama paine oli 12 mmHg pohkeessa ja 10 mmHg reidessä. Alin ym. (2010) tutkimuksessa asteittaiset kevyemmät kompressiosukat olivat paineeltaan 15 mmHg nilkassa, 12 mmHg polvessa ja tiukemman kompression ryhmässä 32 mmHg nilkassa ja 23 mmHg polvessa. Tässä tutkimuksessa tutkittavat kokivat korkean paineen kompressiosukkien olevan tiukemmat ja tuottavan kipua muita ryhmiä enemmän. Kolmessa tutkimuksessa tutkittavat olivat huipputason kestävyysurheilijoita, triathlonisteja tai pyöräilijöitä.

Tutkimuksissa, jotka olivat saaneet positiivista näyttöä kompressiovaatteiden yhteydestä koetun lihasarkuuden vähenemiseen, kompressiovaatetta käytettiin pääosin suorituksen jälkeen ja vähintään 24 tuntia. Neutraalin tuloksen saaneet käyttivät kompressiovaatetta pääosin vain suorituksen aikana. Kompressiovaatteiden paineistuksesta ei tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella voida vetää selkeitä johtopäätöksiä, sillä tietyn paineen aikaansaamalla kompressiovaatteella on valikoituneissa tutkimuksissa saatu sekä neutraaleja että positiivisia tuloksia. Myös tutkittavien joukko on hyvin sekalainen molemmissa ryhmissä, joten tiettyyn kohderyhmään tuloksia ei voida kohdistaa. Koetun lihasarkuuden lisäksi kompressiovaatteiden käytön yhteys muihin viivästynyttä lihaskipua mittaaviin tekijöihin, kuten biokemiallisiin muutoksiin tai suorituskyvyn ja lihasvoiman nopeampaan palautumiseen, on valikoituneissa tutkimuksissa vähäistä ja osittain ristiriitaista. Kaiken kaikkiaan tutkimuksista saadut tulokset puoltavat aiemmissa kirjallisuuskatsauksissa saatuja tutkimustuloksia.

7.3 Yhteenveto fysioterapeutin näkökulmasta

Hyvän fysioterapiakäytännön mukaisesti asiakkaan kokonaisvaltainen huomioiminen ja kohtaaminen ovat tärkeä osa fysioterapiaprosessia. Onnistuneen terapiakokemuksen rakentumisessa ja terapian vaikuttavuuden arvioinnissa myös asiakkaan subjektiivinen kokemus on hyvin merkittävässä roolissa. (Pohjola – Suni – Sipari – Kangas 2011: 6.) Fysioterapeutin on myös tärkeää ja perusteltua ymmärtää mahdolliset vaikuttavat mekanismit kompression taustalla, sekä niiden yhteys eri lajisuorituksista palautumisessa.

Tähän kirjallisuuskatsaukseen valikoituneista tutkimuksista saatujen, osittain ristiriitaisten tulosten pohjalta yleistystä kompressiovaatteiden suotuisista vaikutuksista viivästyneeseen lihaskipuun on vaikea tehdä. Katsauksen laatuvaatimukset täyttäneiden tutkimusten tulosten pohjalta voidaan kuitenkin todeta kompression vaikuttavan koetun lihasarkuuden vähentymiseen suorituksen jälkeen, kompressiovaatetta vähintään 24 tuntia suorituksen jälkeen pidettynä. Kompressiovaatteet saattavat vaikuttaa positiivisesti myös suorituksen jälkeiseen suorituskyvyn ja lihasvoiman palautumiseen. Näin ollen kompressiovaatteita voidaan tämän työn pohjalta suositella käytettäväksi viivästyneen lihaskivun minimoimiseksi. Pelkästään suorituksen aikana käytetyillä kompressiovaatteilla ei tulosten perusteella ole yhteyttä suorituksen jälkeiseen viivästyneeseen lihaskipuun.

Tutkimuksissa tutkittiin kompressiovaatteita eri lajeja harrastavilla, eri kuntotason omaavilla urheilijoilla. Kirjallisuuskatsauksen tulosten pohjalta voidaan päätellä, että kompressiovaatteen käytöllä voidaan mahdollisesti lieventää monen eri lajityypin aiheuttamaa harjoittelun jälkeistä koettua lihaskipua. Kuitenkin nämä, eri lajityyppejä sisältäneet tutkimukset tekevät kompression vaikutusten yleistämisestä entistä vaikeampaa. Kullekin lajille erilaisten ominaisuuksien lisäksi myös ihmisten yksilöllisillä eroilla sekä harjoitustaustalla voi olla suuri vaikutus viivästyneen lihaskivun ilmentymiseen. Näin ollen, suositeltaessa kompressiovaatteita viivästyneen lihaskivun minimoimiseksi, asiakkaiden yksilölliset erot ja niiden edistävä tai ehkäisevä vaikutus on aina myös syytä ottaa huomioon.

Hyvänä esimerkkinä yksilöllisistä eroista on myös kompressiovaatteen aikaansaaman paineen ilmeneminen. Todellisen paineen ilmentymiseen vaikuttavien lukuisten eri tekijöiden sekä puuttuvan yhtenäisen mittausmenetelmän ja luokituksen vuoksi esimerkiksi

valmistajien ilmoittamiin paineisiin on syytä suhtautua varauksella kompressiovaatteita asiakkaille suositellessa. Lisäksi suotuisia vaikutuksia koettuun lihasarkuuteen sisältäneiden tutkimusten eri harjoitusmuodot, erityyppiset kompressiovaatteet ja niiden peittävä kehon alue tekevät yleistämisen tietylle suoritukselle tai siitä palautumiselle optimaalisen painetason määrittelemisestä tämän katsauksen pohjalta mahdottomaksi.

Kompressiovaatteen vaikutuksia tutkittaessa on lisäksi huomioitava myös repeated bout effect -ilmiön mahdollisuus. Urheilijoille suoritetuissa tutkimuksissa heidän lihassensa ovat adaptoituneet kuormitukseen ehkä paremmin, kuin harjoittelemattoman henkilön. Tällöin lihasarkuutta ei välttämättä synny samalla tavalla, kuin harjoittelua aloittelevalla liikkujalla. Niin sanotut neutraalit tulokset saaneista tutkimuksista kahdessa tutkittiin huipputriathlonisteja ja yhdessä huippupyöräilijöitä. Mahdollinen RBE ja sen vaikutus saattaakin olla yksi osatekijä esimerkiksi kompressiovaatteen koettuun lihasarkuuteen viittaavien neutraalien vaikutusten taustalla. Urheilijoiden ollessa tottuneempia liikkumaan kovemmalla intensiteetillä kuin aloitteleva liikkuja, herää kysymys tulosten vertailtavuudesta harjoitustaustaltaan kokemattomamman liikkujan osalta. Urheilijoille kuormituksesta ei välttämättä synny yhtä suurta lihasarkuutta, kuin aloittelevalle liikkujalle, jolle lähestulkoon kaikenlainen liikunta voi alkuun aiheuttaa suorituksen jälkeistä viivästynyttä lihaskipua. Tämän vuoksi fysioterapeutin on hyvä ottaa huomioon myös RBE-ilmiön mahdollisuus ja erityisesti asiakkaan oma, subjektiivinen kokemus, toimiessaan harjoittelutaustaltaan erilaisen asiakaskunnan parissa.

Biokemiallisiin merkkiaineisiin viivästyneen lihaskivun mittausmenetelmänä ei jokainen fysioterapeutti välttämättä työssään juurikaan törmää, mutta syntymekanismit niiden taustalla on silti hyvä tiedostaa. Tutkimusnäyttö kompressiovaatteen yhteydestä niihin jäi valikoituneissa 12 tutkimuksessa hyvin vähäiseksi. Myös tämä kertoo tutkimuksen kompressiovaatteiden vaikutuksista olevan vielä keskeneräistä, eikä johtopäätelmiä voida vähäisen näytön perusteella tässä kirjallisuuskatsauksessa vetää. Myös lihasvoiman ja suorituskyvyn tehokkaamman palautumisen sekä kompressiovaatteen suorituksen eri vaiheisiin vaikuttavien tekijöiden kohdalla jäädään tulevilta julkaisuilta odottaa lisää puoltavaa näyttöä kompression mahdollisista positiivisista vaikutuksista.

8 Pohdinta

Täsmälliset vaikutusmekanismit kompression taustalla ovat tutkimuksista huolimatta vielä suurelta osin epäselviä. Myös kompression hyödyt ovat osittain kiistanalaisia tai tieteellinen näyttö niiden olemassaolosta uupuu. Yhden tutkimuksen puoltaessa tiettyä kompression avulla aikaansaattua hyötyä, ei seuraavassa tutkimuksessa kyseiselle vaikutukselle ole välttämättä todettu minkäänlaista näyttöä. Tämä johtuu osittain myös tutkimusten heterogeenisyydestä (esim. harjoitusmuoto, kesto, intensiteetti, osallistujien erilainen harjoitustausta, milloin kompressiovaatetta pidettiin ja kuinka kauan, mitattavat ominaisuudet/mittaus, kompressiovaate ja sen peittämä alue ja sen aikaansaama paine), mikä teki myös tulosten yleistämisestä hankalaa, vaikka tutkimusten laatu yksittäin olisikin ollut hyvä. Myös eri lajien kirjo voidaan nähdä sekä mahdollisuutena, että haasteena tutkimuksen onnistumiselle ja tulosten luotettavuudelle. Jatkotutkimusta kompression täsmällisistä vaikutusmekanismeista, tietäntyyppisistä kompressiovaatteista ja niiden vaikutuksista kestoaltaan ja intensiteetiltään erilaisissa lajeissa tarvitaan sekä suorituksen yhteydessä, että siitä palautumisessa. Tulosten vaihtelevuus, tutkimusten heterogeenisyys sekä pieni otanta asettivat haasteita paitsi tulosten yleistettävyydelle, myös teorian tiedon yhteen keräämiselle ja sille, mitä tietoa työhön olisi hyvä sisällyttää. Aihetta kuitenkin koko ajan tutkitaan, jolloin uutta, tutkittua tietoa on saatavilla entistä kattavammin. Tämä huomattiin myös suoritettaessa sama kirjallisuushaku uudelleen vertailun vuoksi noin 5 kk myöhemmin, täysin samoja hakusanoja käyttäen.

Yksi merkittävä tekijä kompressiovaatteiden vaikutusten vaikeaan yleistämiseen on myös todellisen paineen mittaamisen eroavaisuudet. Koska valmistajilla ei olemassa yhtenäistä tapaa mitata kompression kudokseen aikaansaamaa painetta, eivät paineet välttämättä toteudu tutkimuksissa jokaisella henkilöllä sellaisenaan. Myös lukuisat muut tekijät, kuten raajan ympärysmitta, liike, alla olevan kudoksen koostumus sekä kompressiovaatteiden erilaiset ominaisuudet vaikuttavat siihen, millaisen paineen kompressiovaate saa aikaiseksi. Yksilöllisesti valmistetuilla kompressiovaatteilla optimaalisen paineen määrittäminen voisikin olla paljon helpompaa ja mittausmenetelmien yhtenäistäminen (esimerkiksi tietyt kohdat vartalosta, sekä paikallaan, että liikkeessä mitattuna) johtaisi todennäköisesti entistä luotettavampiin sekä helpommin vertailtavissa oleviin tutkimustuloksiin. Myös tässä nähdään jatkotutkimuksen olevan tarpeen. Moni työhön valikoituneista tutkimuksista nostikin pohdinnassaan esiin tutkimustiedon puutteellisuuden ja jatkotutkimuksen tarpeen optimaalisen lajikohtaisen kompressiotason määritte-

lemiseksi suorituksessa ja siitä palautumisessa, sekä optimaalisen painetason määrittämisen liikkeessä, yksilölliset erot huomioiden.

Myös tutkimuksessa käytettyjä harjoittelumetodeja ja otannan kokoa on syytä pohtia tarkemmin. Eksentrisen lihastyön aiheuttaessa konsentrista lihastyötä enemmän viivästynyttä lihaskipua, olisi kompressiovaatteen yhteyttä viivästyneeseen lihaskipuun mitaavien tutkimusten hyvä sisältää myös samankaltaisia, eksentristä lihastyötä vaativia harjoitteita suuremmalle populaatiolle tulosten paremman vertailun mahdollistamiseksi. Vain kohtuullisesti lihasarkuutta, biokemiallisia merkkiaineita ja harjoittelun jälkeistä hetkellistä lihasvoiman menetystä lisäävää lajia on mahdotonta luotettavasti verrata lajiin, jossa eksentrisen lihastyön aiheuttamat lihasvauriot ovat laajempia. Myös miesten ja naisten väliset fysiologiset erot sekä kompressiovaatteen aikaansaamat, mahdollisesti näistä johtuvat, vaikutuserot herättivät pohdintaa.

Keskustelua kompression hyödyistä herätti myös vierailu muutamien, kompressiovaatteita valmistavien tai myyvien, yritysten nettisivuilla. Sivulla kompressiovaatteen aikaansaamat hyödyt oli lueteltu, mutta usein saatavilla ei ollut tietoa siitä, mistä tutkimuksesta perustelut kyseiselle kompressiovaatteen aikaansaatulle, suoritusta tai siitä palautumista tehostavalle ominaisuudelle oli saatu. Keskustelua syntyikin erityisesti siitä, ovatko kompression mahdolliset vaikutukset usein irrotettu niiden varsinaisesta kontekstista kaupallisen hyödyn tavoittelemiseksi. Tätä ajatusta tukee myös kompressiovaatteiden kasvanut suosio vaikkapa aktiiviliikkujien keskuudessa, vaikka tieteellinen näyttö esimerkiksi niiden suoritusta parantavasta vaikutuksesta on vielä todella niukkaa. Toki uusia tutkimuksia julkaistaan koko ajan, jolloin tulevaisuudessa saadaan varmasti lisää näyttöä myös kompressiovaatteiden mahdollisista ergogeenisistä vaikutuksista suorituksen aikana.

Pohdintaa herätti myös eri kompressiovaatevalmistajien tarjoamat tuotteet ja niiden mahdolliset eroavaisuudet. Valmistajien käyttämät erilaiset mittausten menetelmät, jotka eivät aina ole edes kuluttajan tiedossa, voivat saada aikaan suuriakin eroja valmistajan toimesta ilmoitetun ja todellisen mitatun paineen välillä. Jossain vaiheessa vaate usein myös menettää osan elastisuudestaan, jolloin sen aikaansaama paine kudoksessa heikkenee. Jatko- ja lisätutkimusta esimerkiksi optimaalisimman materiaaliyhdistelmän löytymiseksi kompressiovaatteiden väitettujen vaikutusten takaamiseksi, sekä eri valmistajien vaatteiden vertailussa kaivataan avaamaan vielä avonaisia kysymyksiä kompressiovaatteiden täsmällisten vaikutusten ja optimaalisten, lajikohtaisten paineta-

sojen määrittämisen taustalle. Myös kompressiovaatteet itsessään kehittyvät, jolloin niillä tulevaisuudessa saadaan varmasti paljon suurempi vaikutus aikaan eri urheilulajeissa ja niistä palautuessa. Kompressiovaatteita onkin syytä tutkia lisää eri lajeille ominaisten piirteiden kautta, jolloin voidaan tarkemmin eritellä ja maksimoida kompression mahdolliset suotuisat vaikutukset ja hyödyt kyseiselle lajille.

Kompression fysiologisista, varsinkin suorituksen aikaisista ja sitä parantavista, vaikutuksista löytyy vain vähäistä näyttöä, jonka vuoksi kompression taustalla mahdollisesti vaikuttava psykologinen vaikutusmekanismi nousee esille monessa tutkimuksessa merkittävänä itsenäisenä tekijänä. Kaikenlainen subjektiivinen suoritusta tai siitä palautumista parantava vaikutus on syytä ottaa huomioon, vaikkei taustalla olisikaan fysiologista näyttöä tukemassa tätä. Koska kompression vaikutusta tutkivissa tutkimuksissa on haasteellista ja joskus myös mahdotonta sokkouttaa koe- ja kontrolliryhmää täysin, on psykologisen vaikutusmekanismin ilmentymistä syytä pohtia vertailevaa, koe- ja kontrolliryhmää sisältävää, tutkimusta tehdessä myös plasebo-efektin suhteen. Sekä osa työhön käytetystä lähdemateriaalista, että myös muutama työhön valikoitunut tutkimus nostavatkin pohdinnassaan esille plasebo-vaikutuksen luomisen hankaluuden tai sen puuttumisen tutkimustilanteessa.

Kompressiovaatteiden käyttö on vain yksi monista palautumisstrategioista, joilla palautumista voidaan suorituksen jälkeen pyrkiä tehostamaan. Yllämainittujen, lukuisten pohdintaa ja keskustelua herättäneiden aihealueiden pohjalta voidaankin todeta lisätutkimusta tarvittavan luotettavien johtopäätelmien ja suositusten tekemiseksi kompressiovaatteiden yhteydestä sekä suorituksen jälkeiseen viivästyneeseen lihaskipuun, että myös sen yleisistä vaikutuksista suoritukseen ja siitä palautumiseen. Myös kompression täsmälliset vaikutusmekanismit on syytä selvittää tutkimusten taustalle.

Lähteet

Ali, Ajmol – Caine, Mike – Snow, B.G. 2007. Graduated compression stockings: Physiological and perceptual responses during and after exercise. *Journal of Sports Sciences* 25 (4). 413—419.

Ali, Ajmol – Creasy, Robert H. – Edge Johann A. 2010. Physiological effects of wearing graduated compression stockings during running. *European Journal of Applied Physiology* 109 (6). 1017—1025.

Armstrong, R.B. 1984. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: A brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 16 (6). 529—538.

Atiyeh, B.S. – El Khatib, Arij M. – Dibo, S.A. 2013. Pressure garment therapy (PGT) of burn scars: evidence-based efficacy. *Annals of Burns and Fire Disasters* 26 (4). 205—212.

Bieuzen, Francois – Brisswalter, Jeanick – Easthope, Christopher – Vercruyssen, Fabrice – Bernard, Thierry – Hausswirth, Christophe 2014. Effect of wearing compression stockings on recovery after mild exercise-induced muscle damage. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 9 (2). 256—264.

Born, Dennis-Peter – Sperlich, Billy – Holmberg, Hans-Christer 2013. Bringing Light Into the Dark: Effects of Compression Clothing on Performance and Recovery. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 8 (1). 4—18.

Burnett, Dave – Burns, Steve – Smith, Kevin 2010. Perceived muscle soreness in recreational female distance runners. *International Journal of Exercise Science*. 3 (3). 108—116.

Clark, M. 2005. Kompressiosidokset: periaatteet ja määritelmät. Teoksessa *Kompressiohoito Suomenkielinen käännös alkuperäisestä julkaisusta EWMA – Position Document Understanding Compression therapy*. Kankkunen, Riitta – Seppänen, Salla – Hjerpe, Anna (suom.). Helsinki: Suomen Haavanhoitoyhdistys ry.

Clarkson, Priscilla M. – Nosaka, Kazunori – Braun, Barry 1992. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 24 (5). 512—520.

Couturier, Antoine – Duffield, Rob 2013. Compression Garments. Teoksessa Hausswirth, Christophe – Mujika, Iñigo (toim.): *Recovery for Performance in Sport*. USA: Human Kinetics. 135—142.

Davies, Vanessa – Thompson, Kevin G. – Cooper, Stephen-Mark 2009. The effects of compression garments on recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23 (6). 1786—1794.

Del Coso, Juan – Areces, Francisco – Salinero, Juan José – González-Millán, Cristina – Abián-Vicén, Javier – Soriano, Lidon – Ruiz, Diana – Gallo, César – Lara, Beatriz – Calleja-Gonzalez, Julio 2013. Compression stockings do not improve muscular performance during a half-ironman triathlon race. *European Journal of Applied Physiology* 114 (3). 587—595.

Driller, Matthew W. – Halson, Shona 2013. The effects of wearing lower body compression garments during a cycling performance test. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 8 (3). 300—306.

Duffield, Rob – Cannon, Jack – King, Monique 2010. The effects of compression garments on recovery of muscle performance following high-intensity sprint and plyometric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport* 13 (1). 136—140.

Duffield, Rob – Edge, Johann – Merrells, Robert – Hawke, Emma – Barnes, Matt – Simcock, David – Gill, Nicholas 2008. The effects of compression garments on intermittent exercise performance and recovery on consecutive days. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 3 (4). 454—468.

Duffield, Rob – Portus, Marc 2007. Comparison of three types of full-body compression garments on throwing and repeat-sprint performance in cricket players. *British Journal of Sports Medicine* 41 (7). 409—414.

Fedorko Brent F. 2007. The effects of continuous compression as a therapeutic intervention on delayed onset muscle soreness following eccentric exercise. Väitöskirja. Pittsburghin yliopisto.

Ferguson Richard A. – Dodd Matthew J. – Paley, Victoria R. 2014. Neuromuscular electrical stimulation via the peroneal nerve is superior to graduated compression socks in reducing perceived muscle soreness following intense intermittent endurance exercise. *European Journal of Applied Physiology* 114 (10). 2223—2232.

French, Duncan N. – Thompson, Kevin G. – Garland, Stephen W. – Barnes, Christopher A. – Portas, Matthew D. – Hood, Peter E. – Wilkes, Graeme 2008. The effects of contrast bathing and compression therapy on muscular performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 40 (7). 1297—1306.

Fu, Weijie – Liu, Yu – Fang, Ying 2013. Research Advancements in Humanoid Compression Garments in Sports. *International Journal of Advanced Robotic Systems* 10(66).

Goto, Kazushige – Morishima, Takuma 2014. Compression garment promotes muscular strength recovery after resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 46 (12). 2265—2270.

Hamlin, Michael J. – Mitchell, Carla J. – Ward, Felila D. – Draper, Nick – Shearman, Jeremy P. – Kimber, Nicholas E. 2012. Effect of compression garments on short-term recovery of repeated sprint and 3-km running performance in rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26 (11). 2975—2982.

Hill Jessica A. – Howatson Glyn – van Someren Ken A. – Walshe Ian – Pedlar Charles R. 2014. Influence of compression garments on recovery after marathon running. *Journal of Strength and Conditioning Research* 28 (8). 2228—2235.

Jakeman, John R. – Byrne, Chris – Eston, Roger G. 2010. Efficacy of lower limb compression and combined treatment of manual massage and lower limb compression on symptoms of exercise-induced muscle damage in women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24 (11). 3157—3165.

Jakeman, John R. – Byrne, Chris – Eston, Roger G. 2010. Lower limb compression garment improves recovery from exercise-induced muscle damage in young, active females. *European Journal of Applied Physiology* 109 (6). 1137–1144.

JBI Kriittisen arvioinnin tarkistuslista kohortti/tapaus-kontrolli tutkimukselle 2011. Hoitotyön tutkimussäätiö. Suomen JBI yhteistyökeskus. Verkkodokumentti. <http://www.hotus.fi/system/files/JBI_CC_appraisal.pdf> Luettu 8.2.2016.

Johansson, Kirsi 2007. Kirjallisuuskatsaukset - huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Teoksessa Johansson, Kirsi – Axelin, Anna – Stolt, Minna – Ääri, Riitta-Liisa (toim.): *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus*. Turku: Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. 3–9.

Kauranen, Kari 2014. *Lihask rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu*. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Kauranen, Kari – Nurkka, Niina 2010. *Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille*. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Khan, Khalid S – Kunz, Regina – Kleijnen, Jos – Antes, Gerd 2003. Five steps to conducting a systematic review. *Journal of the Royal Society of Medicine* 96 (3). 118–121.

Koh, Timothy J. 2008. *Physiology and Mechanisms of Skeletal Muscle Damage*. Teoksessa Tiidus, Peter M. (toim.): *Skeletal Muscle Damage and Repair*. USA: Human Kinetics. 3–12.

Komulainen, Jorma – Vuorela, Piia – Malmivaara, Antti 2014. Tutkimustiedon kriittinen arviointi Satunnaistetun kontrolloidun tutkimuksen periaatteita ja sudenkuoppia. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*. 130 (14). 1439–1444.

Kontio, Elina – Johansson, Kirsi 2007. Systemaattinen tarkastelu alkuperäistutkimusten laatuun. Teoksessa Johansson, Kirsi – Axelin, Anna – Stolt, Minna – Ääri, Riitta-Liisa (toim.): *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus*. Turku: Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. 101–108.

Kraemer, William J. – Flanagan, Shawn D. – Comstock, Brett A. – Fragala, Maren S. – Earp, Jacob E. – Dunn-Lewis, Courtenay – Ho, Jen-Yu – Thomas, Gwendolyn A. – Solomon-Hill, Glenn – Penwell, Zachary R. – Powell, Matthew D. – Wolf, Megan R. – Volek, Jeff S. – Denegar, Craig R. – Maresh, Carl M. 2010. Effects of a whole body compression garment on markers of recovery after a heavy resistance workout in men and women. *Journal of Strength and Conditioning* 24 (3). 804–814.

MacRae, Braid A. – Cotter, James David – Laing, Rachel M. 2011. Compression garments and exercise: garment considerations, physiology and performance. *Sports Medicine* 41 (10). 815–843.

Morgan, David L. 1990. New insights into the behavior of muscle during active lengthening. *Biophysical Journal* 57 (2). 209–221.

Partsch, H. 2005. *Kompression patofysiologiset vaikutukset*. Teoksessa *Kompressiohoito Suomenkielinen käännös alkuperäisestä julkaisusta EWMA – Position Document Understanding Compression therapy*. Kankkunen, Riitta – Seppänen, Salla – Hjerppe, Anna (suom.). Helsinki: Suomen Haavanhoitoyhdistys ry.

Patel, T.J. — Cuizon, D. — Mathieu-Costello, O. — Fridén, J. — Lieber, R. L. 1998. Increased oxidative capacity does not protect skeletal muscle fibers from eccentric contraction-induced injury. *American Journal of Physiology* 274 (5). 1300—1308.

Pereira, Maria C. — Bottaro, Martim — Brown, Lee E. — Rocha-Junior, Valdinar A. — Martorelli, Saulo S. — Nóbrega, Otavio T. — Souza, Vinicius C. — Pinto, Ronei S. — Carmo, Jake 2014. Do compression sleeves worn during exercise affect muscle recovery? *Isokinetics and Exercise Science* 22 (4). 265—271.

Perrey, Stéphane 2009. Compression Garments: Evidence for their Physiological Effects. *The Engineering of Sport* 2 (7). 319—328.

Pohjola, Leena — Suni, Jaana — Sipari, Salla — Kangas, Heli 2011. Fysioterapeutti muuttuvassa maailmassa. Opas. Helsinki: Suomen Fysioterapeutit ry.

Pruscino, Cathryn L. — Halson, Shona — Hargreaves, Mark 2013. Effects of compression garments on recovery following intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology* 113 (6). 1585—1596.

Pudas-Tähkä, Sanna-Mari — Axelin, Anna 2007. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheen rajaaminen, hakutermit ja abstraktien arviointi. Teoksessa Johansson, Kirsi — Axelin, Anna — Stolt, Minna, — Ääri, Riitta-Liisa (toim.): Systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Turku: Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. 46—57.

Sand, Olav — Sjaastad, Øystein V. — Haug, Egil — Bjålie, Jan G. 2012. Ihminen - Fysiologia ja anatomia. Hekkanen, Raila (suom.). Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Sandström, Marita — Ahonen, Jarmo 2011. Liikkuva ihminen - aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Sayers, Stephen P. — Hubal, Monica J. 2008. Histological, Chemical, and Functional Manifestations of Muscle Damage. Teoksessa Tiidus, Peter M. (toim.): *Skeletal Muscle Damage and Repair*. USA: Human Kinetics. 37—48.

Stolt, Minna — Routasalo, Pirkko 2007. Tutkimusartikkelien valinta ja käsittely. Teoksessa Johansson, Kirsi — Axelin, Anna — Stolt, Minna, — Ääri, Riitta-Liisa (toim.): Systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Turku: Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. 58—70.

Trenell, Michael I. — Rooney, Kieron B. — Sue, Carolyn M. — Thompson, Campbell H. 2006. Compression garments and recovery from eccentric exercise: A ³¹P-MRS study. *Journal of Sports Science and Medicine* 5 (1). 106—114.

Troynikov, Olga — Ashayeri, Elnaz — Burton, Michael — Subic, Aleksandar — Alam, Firoz — Marteau, Sylvain. 2010. Factors influencing the effectiveness of compression garments used in sports. *Procedia Engineering* 2 (2). 2823—2829.

Wilmore, Jack H. — Costill, David L. 1999. *Physiology of Sport and Exercise*. USA: Human Kinetics.

Valtioneuvoston asetus mittayksiköistä 1015/2014. Annettu Helsingissä 4.12.2014

